

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

11. 8. 2004

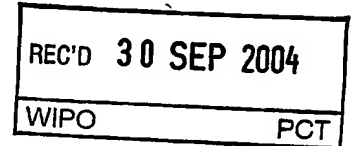
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2004年 6月18日

出 願 番 号
Application Number: 特願2004-181600
[ST. 10/C]: [JP 2004-181600]

出 願 人
Applicant(s): 日本精工株式会社
NSKステアリングシステムズ株式会社

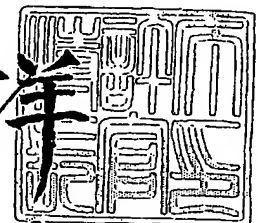


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



出証番号 出証特2004-3084338

【書類名】 特許願
【整理番号】 NSK040788
【提出日】 平成16年 6月18日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 B62D 5/04
【発明者】
 【住所又は居所】 群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 NSKステアリングシステムズ株式会社内
 【氏名】 瀬川 徹
【発明者】
 【住所又は居所】 群馬県前橋市総社町一丁目8番1号 NSKステアリングシステムズ株式会社内
 【氏名】 力石 一穂
【特許出願人】
 【識別番号】 000004204
 【氏名又は名称】 日本精工株式会社
【特許出願人】
 【識別番号】 302066629
 【氏名又は名称】 NSKステアリングシステムズ株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100087457
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小山 武男
【選任した代理人】
 【識別番号】 100120190
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中井 俊
【選任した代理人】
 【識別番号】 100056833
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小山 欽造
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-180959
 【出願日】 平成15年 6月25日
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-271418
 【出願日】 平成15年 7月 7日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 035183
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0117920
 【包括委任状番号】 0408079

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

ウォームホイールと、ウォーム軸と、弾性体とを備え、この弾性体は、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものであるウォーム減速機。

【請求項 2】

弾性体は、予圧パッドを介して、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものであり、このウォームホイールは、アシスト軸に固定自在としたものであり、上記ウォーム軸は、両端寄り部分を 1 対の軸受によりギヤハウジングの内側に支持すると共に、中間部に設けたウォームが上記ウォームホイールと噛合するものであり、上記予圧パッドは、上記ギヤハウジング又はこのギヤハウジングに固定された部材に設けられた案内面により所定方向に関する変位を規制されており、且つ、弾性体の弾力に基づく予圧パッド自身の弾性変形により、上記案内面との隙間をなくすか、又は小さくしている、請求項 1 に記載したウォーム減速機。

【請求項 3】

弾性体は、予圧パッドを介して、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものであり、このウォームホイールは、アシスト軸に固定自在としたものであり、上記ウォーム軸は、両端寄り部分を 1 対の軸受によりギヤハウジングの内側に支持すると共に、中間部に設けたウォームが上記ウォームホイールと噛合するものであり、上記予圧パッドは、1 対の素子から成り、上記ギヤハウジング又はこのギヤハウジングに固定された部材に設けられた案内面により所定方向に関する変位を規制されており、且つ、弾性体の弾力に基づき、上記 1 対の素子を互いに離れる方向に変位させる事により、上記案内面との隙間をなくすか、又は小さくしている、請求項 1 に記載したウォーム減速機。

【請求項 4】

案内面に沿う予圧パッドの変位可能な方向が、ウォーム軸の中心軸と、このウォーム軸に設けたウォームとウォームホイールとの噛合部とを含む仮想平面に対し傾斜している、請求項 2 又は請求項 3 に記載したウォーム減速機。

【請求項 5】

後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオン又はこのピニオンに支持した部材と噛合させたラックと、請求項 2～4 の何れかに記載したウォーム減速機と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方角と大きさを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備え、アシスト軸が、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラックに噛合するサブピニオンとのうちの何れかの部材である、電動式パワーステアリング装置。

【請求項 6】

弾性体が弾力付与手段であり、ウォーム軸は、ギヤハウジングに対し回転及び揺動変位を可能に支持されると共に、中間部に設けたウォームをウォームホイールと噛合させるものであり、上記ウォーム軸の揺動中心軸を、このウォーム軸の中心軸上から上記ウォームホイール側にずれた位置に、このウォームホイールの中心軸と平行に設けた、請求項 1 に記載したウォーム減速機。

【請求項 7】

ウォーム軸のウォームとウォームホイールとのピッチ円の交点を含み、このウォーム軸の中心軸と平行な直線上の 1 点を通る、このウォームホイールの中心軸と平行な軸を、上記ウォーム軸の揺動中心軸とした、請求項 6 に記載したウォーム減速機。

【請求項 8】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダを、ギヤハウジングに対し揺動変位を可能に支持した、請求項 6 又は請求項 7 に記載したウォーム減速機。

【請求項 9】

ウォーム軸の軸受に関して、このウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの電動モータ側の軸受と、このウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部との間に、このウォーム軸の揺動中心軸を設けた、請求項 6～8 の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 10】

ウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの噛合部に関して、このウォーム軸の揺動中心軸と反対側に、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設けた、請求項 6～9 の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 11】

ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、このギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を可能に支持しており、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に弾性材を設けた、請求項 6～10 の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 12】

ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、このギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を可能に支持しており、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に少なくとも一部が弾性材である弾性リングを設けると共に、上記ウォーム軸の揺動中心軸の径方向に関するこの弾性リングの剛性を円周方向で異ならせた、請求項 6～10 に記載したウォーム減速機。

【請求項 13】

ウォーム軸と電動モータの回転軸との間に、このウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設けた、請求項 6～9 の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 14】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダとギヤハウジングとの間に、上記ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設けた、請求項 6～9 の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 15】

ウォーム軸の両端寄り部分を支持する 1 対の軸受のうちのこのウォーム軸の揺動中心軸から離れた一方の軸受と、ギヤハウジングとの間に弾性材を設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を可能とした、請求項 6～14 の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 16】

ウォーム軸の両端寄り部分を支持する 1 対の軸受のうちの揺動中心軸から離れた一方の軸受とギヤハウジングとの間に、少なくとも一部が弾性材製である第二の弾性リングを設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を可能とすると共に、この第二の弾性リングの剛性を、このウォーム軸の揺動変位方向に関するものと、別の方向に関するものとで異ならせた、請求項 6～14 の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 17】

一方の軸受とギヤハウジングとの間に設けた弾性材又は第二の弾性リングに、ウォーム軸の揺動変位を規制する為のストッパ部を設けた、請求項 15 又は請求項 16 に記載したウォーム減速機。

【請求項 18】

電動モータの回転軸とウォーム軸とを弾性材を介して連結した、請求項 6～17 の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 19】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダと、ギヤハウジングとの間にグリースを充填した、請求項

6～18の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 20】

ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダをマグネシウム合金製とした、請求項6～19の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 21】

後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオン又はこのピニオンに支持した部材と噛み合わせたラックと、請求項6～20の何れかに記載したウォーム減速機と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方角と大きさを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備え、ウォームホイールを、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラックに噛み合わせるサブピニオンとのうちの何れかの部材に固定した電動式パワーステアリング装置。

【請求項 22】

弾性体は、予圧パッドを介して、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方角の弾力を付与するものであり、このウォームホイールは、アシスト軸に固定自在としたものであり、上記ウォーム軸は、一端寄り部分を第一の軸受により、他端寄り部分を第二の軸受によりギヤハウジングの内側に支持すると共に、中間部に設けたウォームが上記ウォームホイールと噛み合っており、且つ、上記第一の軸受を中心として揺動可能としたものであり、上記第二の軸受は、外周面及び軸方角両側面の少なくとも一部を上記ギヤハウジングに固定された合成樹脂製の緩衝部材により覆われて、この緩衝部材に対するこの第二の軸受の軸方角の変位を規制されたものであり、上記ウォーム軸の、上記予圧パッド及び第二の軸受に対する軸方角の変位を許容している、請求項1に記載したウォーム減速機。

【請求項 23】

緩衝部材は、円周方角の一部に軸方角全長に互る切り欠きを設けたものである、請求項22に記載したウォーム減速機。

【請求項 24】

第二の軸受は、緩衝部材に対するこの第二の軸受の軸方角の変位を阻止されると共に、この緩衝部材に対するこの第二の軸受の径方角の変位を許容されたものである、請求項22又は請求項23に記載したウォーム減速機。

【請求項 25】

緩衝部材とギヤハウジングとの間、又はこの緩衝部材と第二の軸受との間に、弾性部材を設けた、請求項22～24の何れかに記載したウォーム減速機。

【請求項 26】

緩衝部材は、この緩衝部材の中心軸を含む仮想平面により2分割する事により得られる如き形状を有する1対の素子から成るものである、請求項22～25に記載したウォーム減速機。

【請求項 27】

1対の素子同士の突き合わせ面の面方角を、ウォーム軸に弾性体により弾力を付与する方角と一致させた、請求項26に記載したウォーム減速機。

【請求項 28】

後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオン又はこのピニオンに支持した部材と噛み合わせたラックと、請求項22～27の何れかに記載したウォーム減速機と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方角と大きさを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備え、アシスト軸が、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラッ

クに啮合するサ[...]ニオンとのうちの何れかの部材である、電動式パワーステアリング装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ウォーム減速機及び電動式パワーステアリング装置

【技術分野】

【0001】

この発明に係るウォーム減速機及び電動式パワーステアリング装置は、例えば、自動車の操舵装置に組み込み、電動モータの出力を補助動力として利用する事により、運転者がステアリングホイールを操作する為に要する力の軽減を図る為に利用する。又、この発明に係るウォーム減速機は、電動式パワーステアリング装置以外に、電動ベッド、電動テーブル、電動椅子、リフター等の各種機械装置に組み込むリニアアクチュエータ等に組み込んで使用する。

【背景技術】

【0002】

操舵輪（フォークリフト等の特殊車両を除き、通常は前輪）に舵角を付与する際に運転者がステアリングホイールを操作する為に要する力の軽減を図る為の装置として、パワーステアリング装置が広く使用されている。又、この様なパワーステアリング装置で、補助動力源として電動モータを使用する電動式パワーステアリング装置も、近年普及し始めている。電動式パワーステアリング装置は、油圧式のパワーステアリング装置に比べて小型・軽量にでき、補助動力の大きさ（トルク）の制御が容易で、しかもエンジンの動力損失が少ない等の利点がある。図46は、この様な電動式パワーステアリング装置の、従来から知られている基本構成を略示している。

【0003】

ステアリングホイール1の操作に基づいて回転するステアリングシャフト2の中間部には、このステアリングホイール1からこのステアリングシャフト2に加えられるトルクの方角と大きさを検出するトルクセンサ3と、減速機4とを設けている。この減速機4の出力側は上記ステアリングシャフト2の中間部に結合し、同じく入力側は電動モータ5の回転軸に結合している。又、上記トルクセンサ3の検出信号は、車速を表す信号と共に、上記電動モータ5への通電を制御する為の制御器6に入力している。又、上記減速機4として従来から、大きなリード角を有し、動力の伝達方向に関して可逆性を有するウォーム減速機を、一般的に使用している。即ち、回転力受取部材であるウォームホイールを上記ステアリングシャフト2の中間部に固定すると共に、回転力付与部材であり上記電動モータ5の回転軸に結合固定したウォーム軸のウォームを、上記ウォームホイールと噛み合わせしている。

【0004】

操舵輪14に舵角を付与する為、上記ステアリングホイール1を操作し、上記ステアリングシャフト2が回転すると、上記トルクセンサ3がこのステアリングシャフト2の回転方向とトルクとを検出し、その検出値を表す信号を上記制御器6に送る。するとこの制御器6は、上記電動モータ5に通電して、上記減速機4を介して上記ステアリングシャフト2を、上記ステアリングホイール1に基づく回転方向と同方向に回転させる。この結果、上記ステアリングシャフト2の先端部（図46の下端部）は、上記ステアリングホイール1から付与された力に基づくトルクよりも大きなトルクで回転する。

【0005】

この様なステアリングシャフト2の先端部の回転は、自在継手7、7及び中間シャフト8を介してステアリングギヤ9の入力軸10に伝達される。この入力軸10は、上記ステアリングギヤ9を構成するピニオン11を回転させ、ラック12を介してタイロッド13を押し引きし、操舵輪14に所望の舵角を付与する。上述した説明から明らかな通り、上記ステアリングシャフト2の先端部から自在継手7を介して中間シャフト8に伝達されるトルクは、上記ステアリングホイール1から上記ステアリングシャフト2の基端部（図46の上端部）に加えられるトルクよりも、上記電動モータ5から減速機4を介して加えられる補助動力分だけ大きい。従って、上記操舵輪14に舵角を付与する為に運転者が上記ステアリングホイール1を操作する為に要する力は、上記補助動力分だけ小さくて済む様

になる。

【0006】

上述した様な従来から一般的に使用されている電動式パワーステアリング装置の場合、電動モータ5とステアリングシャフト2との間に設ける減速機4として、ウォーム減速機を使用している。但し、このウォーム減速機には不可避のバックラッシュが存在する。このバックラッシュは、上記ウォーム減速機の構成部材である、ウォーム軸と、ウォームホイールと、これら各部材を支持する為の軸受等の寸法誤差や、組み付け誤差が大きくなる程大きくなる。そして、大きなバックラッシュが存在すると、上記ウォームホイールとウォームとの歯面同士が強く衝合して、耳障りな歯打ち音が発生する可能性がある。

【0007】

例えば、路面が荒れている等により、車輪側からステアリングシャフト2に振動荷重が加わると、上記バックラッシュの存在により、耳障りな歯打ち音が発生する。又、上記ウォームホイールとウォームとの歯面同士が衝合する事により、ステアリングホイールを操舵する際の操舵感が悪化する。

【0008】

これに対して、上記ウォーム減速機の各構成部材を、寸法精度を考慮しつつ適切に組み合わせる事により、上記バックラッシュを小さくする事も考えられる。但し、この様にバックラッシュを小さくする場合には、寸法精度の管理や組立作業が面倒になり、コストの増大を招く原因となる。しかも、近年は、上記補助動力を大きくする傾向にある為、上記ウォームホイールとウォームとの歯面の摩耗が増大して、上記バックラッシュがより発生し易くなっている。この様なバックラッシュに基づく歯打ち音は、自動車の車室内空間に漏れると、乗員に不快感を与える。

尚、本発明に関連する先行技術文献として、特許文献1～4がある。

【0009】

【特許文献1】特開2000-43739号公報

【特許文献2】特開2002-37094号公報

【特許文献3】特開2001-322554号公報

【特許文献4】特開2002-67992号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、この様な事情に鑑みて、安価な構造で、ウォームホイールとウォーム軸との啮合部での耳障りな歯打ち音の発生を抑えるべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のウォーム減速機は、ウォームホイールと、ウォーム軸と、弾性体とを備え、この弾性体は、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものである。

【発明の効果】

【0012】

本発明のウォーム減速機及びこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合、上述の様に、弾性体により、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与している。この為、安価な構造で、これらウォームホイールとウォーム軸との啮合部に予圧を付与する事ができ、この啮合部での耳障りな歯打ち音の発生を抑える事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

又、本発明のウォーム減速機を実施する場合に好ましくは、請求項2に記載した様に、弾性体を、予圧パッドを介して、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものとする。

又、このウォームホイールを、アシスト軸に固定自在としたものとする。

又、上記ウォーム軸を、両端寄り部分を1対の軸受によりギヤハウジングの内側に支持すると共に、中間部に設けたウォームが上記ウォームホイールと噛合するものとする。

又、上記予圧パッドを、ギヤハウジング又はこのギヤハウジングに固定された部材に設けられた案内面により所定方向に関する変位を規制すると共に、上記弾性体の弾力に基づく予圧パッド自身の弾性変形により、上記案内面との隙間をなくすか、又は小さくする。

【0014】

又、本発明のウォーム減速機を実施する場合に好ましくは、請求項3に記載した様に、弾性体を、予圧パッドを介して、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものとする。

又、このウォームホイールを、アシストウォーム軸に固定自在としたものとする。

又、上記予圧パッドを、1対の素子から成り、上記ギヤハウジング又はこのギヤハウジングに固定された部材に設けられた案内面により所定方向に関する変位を規制されたものとすると共に、上記弾性体の弾力に基づき、上記1対の素子を互いに離れる方向に変位させる事により、上記案内面との隙間をなくすか、又は小さくする。

【0015】

この様な請求項2、3に記載した構成によれば、電動モータの駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力により予圧パッドが案内面に衝合する事による、耳障りな異音（音鳴り）の発生を、上記歯打ち音の抑制効果を損なう事なく、抑えられる。

【0016】

即ち、請求項2、3に記載した構成は、次の様な課題を解決する事を目的とする。

先ず、従来技術として、特許文献1には、ウォームホイールとウォーム軸との噛合部でのバックラッシュを小さくする事を考慮したウォーム減速機が記載されている。このウォーム減速機は、電動モータ等と共に、電動式パワーステアリング装置に組み込んで、ステアリングシャフトに加わる操舵トルクに応じて発生させた電動モータの回転を、ウォーム減速機で減速する事により得た補助トルクを、上記ステアリングシャフトに付与する。この為に、このステアリングシャフトの一部に上記ウォーム減速機を構成するウォームホイールを外嵌固定すると共に、このウォームホイールに、ウォーム軸のウォームを噛合させている。このウォーム軸の両端部は、ギヤハウジングの内側に、1対の転がり軸受により、回転自在に支持している。又、このギヤハウジングに電動モータを結合している。上記ウォーム軸の両端部のうち、この電動モータ側の一端部を、この電動モータの回転軸の一端部にスプライン結合している。

【0017】

又、上記ギヤハウジングの一部で、上記電動モータと反対側の部分に、上記ウォーム軸と直交する方向のねじ孔を設けており、このねじ孔の外端部にナット部材を結合している。又、このねじ孔の内側にばね保持部材を軸方向の変位を自在に設けると共に、上記1対の転がり軸受のうち、上記電動モータと反対側の一方の転がり軸受の外周面に、上記ばね保持部材の一端面を突き当てている。そして、このばね保持部材の他端面と上記ナット部材との間に設けたコイルばねと、このばね保持部材と、上記一方の転がり軸受とにより、上記ウォーム軸の他端部に、ウォームホイールに向かう方向の弾力を付与している。

【0018】

この様な特許文献1に記載されたウォーム減速機によれば、ウォーム減速機の噛合部に存在するバックラッシュを或る程度小さく抑える事ができる為、このウォーム減速機での歯打ち音の発生を或る程度抑える事ができる。ウォーム減速機部分での歯打ち音の発生を抑える構造としては、上記特許文献1に記載されたものの他、特許文献2に記載されたものも知られている。

【0019】

上述の特許文献1に記載されたウォーム減速機の場合には、特許文献2にも記載されている様に、ばね保持部材がねじ孔の内側で、ウォーム軸の径方向に変位自在であるのに対し、このウォーム軸のウォームとウォームホイールとの歯面は、それぞれの回転方向に対しねじれている。この為、このウォーム軸からこのウォームホイールに電動モータの駆動

力を伝達する際に、このウォームホイールと上記ウォームとの噛合部で、このウォームホイールから上記ウォーム軸に、このウォーム軸の径方向に対しねじれた方向の反力が加わる。そして、この反力に基づいて、上記一方の転がり軸受から上記ばね保持部材に加わる力により、このばね保持部材が上記ねじ孔の径方向に変位して、このねじ孔の内周面に強く衝合する可能性がある。この様にばね保持部材がねじ孔に強く衝合した場合には、耳障りな異音（音鳴り）が発生し易くなる。

【0020】

又、この異音は、ウォームホイールが所定方向に回転する場合に、より発生し易くなる。この理由に就いて、以下に説明する。図47、48に示す様に、ウォーム軸29の一端部（図47（a）、図48（a）の左端部）を転がり軸受85により、図示しない固定の部分に対し、回転及び若干の揺動変位を自在に支持する場合を考える。又、上記ウォーム軸29の中間部に設けたウォームを、ウォームホイール28と噛合させる。この状態で、このウォーム軸29を回転駆動する事によりこのウォーム軸29から上記ウォームホイール28に駆動力を伝達すると、このウォームホイール28からこのウォーム軸29に反力が加わる。尚、図47に示す場合と図48に示す場合とでは、このウォーム軸29に、互いに同じ大きさの駆動力を逆方向に付与している。この為、上記ウォームホイール28は、図47に示す場合と図48に示す場合とで、互いに逆方向に回転する。この様な状態では、上記ウォームホイール28とウォームとの噛合部で、このウォームホイール28から上記ウォーム軸29に、それぞれが図47、48のx、y、zの3方向の成分である、 F_x 、 F_y 、 F_z の分力を有する見かけ上の反力が加わる。これら分力 F_x 、 F_y 、 F_z のうち、上記ウォームホイール28の径方向に対し直交する方向の分力である、 F_x 、 F_z は、図47に示す様にウォームホイール28が一方（図47（a）に矢印イで示す方向）に回転する場合と、図48に示す様にウォームホイール28が他方向（図48（a）に矢印ロで示す方向）に回転する場合とで、互いに逆方向になる。

【0021】

一方、上記噛合部と上記ウォーム軸29の揺動中心oとの、このウォーム軸29の径方向に関する距離を d_{29} とした場合に、 $d_{29} \cdot F_x$ なる大きさのモーメントMが、上記ウォーム軸29に作用する。この為、上記当該噛合部とウォーム軸29の揺動中心oとの、このウォーム軸29の軸方向に関する距離を L_{29} とした場合に、上記モーメントMに基づく M/L_{29} の大きさの力 F_r が、このウォーム軸29の径方向に作用する。この力 F_r は、図47に示す場合と図48に示す場合とで、互いに逆方向になる。この為、このウォーム軸29の噛合部で上記ウォームホイール28から上記ウォーム軸29に作用する、モーメントMを考慮したy方向の実際の力 F_y' の大きさは、ウォームホイール28が、図47に示す、一方に回転する場合に小さく（ $F_y' = F_y - F_r$ ）なり、図48に示す、他方向に回転する場合に大きく（ $F_y' = F_y + F_r$ ）なる。従って、上記ウォーム軸29の噛合部に作用する、実際のy、z方向の分力の合力 F' の大きさは、ウォームホイール28が一方に回転する場合に、図49に矢印ハで示す様に小さくなり、ウォームホイール28が他方向に回転する場合に、同図に矢印ニで示す様に大きくなる。この様に、ウォームホイール28が他方向に回転する場合に上記噛合部でウォームホイール28からウォーム軸29に作用する力 F' が大きくなると、このウォーム軸29の他端部（図47（a）、図48（a）の右端部）に、図示しない転がり軸受を介して弾力を付与する、図示しないばね保持部材に作用する力も大きくなる。そして、このばね保持部材が図示しないねじ孔の内周面等、このばね保持部材の変位を規制する部分に強く衝合して、異音が発生し易くなる。

【0022】

又、特許文献2には、押圧体の外周面とハウジングの内周面との間に弾性体を設ける事で、上記異音の発生を抑える構造が記載されている。但し、上記特許文献2に記載された構造は、上記押圧体の軸方向変位に対する抵抗が大きくなり、噛合部のバックラッシュに基づく異音の抑制効果が損なわれる可能性がある。

【0023】

請求項 2、3 に記載したウォーム減速機及びこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置は、この様な事情に鑑みて、ウォーム減速機での歯打ち音の発生を抑えるべく、ウォーム軸に、弾性部材により別の部材を介して弾力を付与する構造で、この別の部材がこの別の部材の変位を規制する部分に衝合する事による、異音の発生を抑えるべく発明したものである。

【0024】

そして、前述の様に構成する請求項 2、3 に記載した構成によれば、上記ウォームホイールから上記ウォーム軸に加わる反力のうち、このウォーム軸の中心軸に対し直交する方向の作用方向に関して、このウォーム軸と予圧パッドとの接触部を対象な位置に設けた場合に、上記反力が加わった場合に、この予圧パッドを、大きく弾性変形させ易くできる。この為、この予圧パッドから案内面に加わる衝撃力を緩和できる。従って、この予圧パッドがこの案内面に衝合する事による上記異音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0025】

又、請求項 2 又は請求項 3 に記載したウォーム減速機を実施する場合により好ましくは、請求項 4 に記載した様に、上記案内面に沿う上記予圧パッドの変位可能な方向を、上記ウォーム軸の中心軸と、このウォーム軸に設けたウォームと上記ウォームホイールとの嚙合部とを含む仮想平面に対し傾斜させる。

【0026】

このより好ましい構成によれば、ウォームホイールの回転方向により異なる、電動モータの駆動時にこのウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向と、案内面に沿う予圧パッドの変位方向とがなす角度を、これら反力の方向に拘らずほぼ等しくする等により、この反力に基づく予圧パッドの弾性変形量の、この方向の違いによる差を小さくし易くできる。この為、この予圧パッドが上記案内面に衝合する際の衝撃力の、上記方向の違いによる差を小さくし易くできて、上記異音の発生をより効果的に抑えられる。

【0027】

又、請求項 5 に記載した本発明の電動式パワーステアリング装置は、後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオン又はこのピニオンに支持した部材と嚙合させたラックと、上述の請求項 2～4 の何れかに記載したウォーム減速機と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方角と大きさを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備える。又、上記アシスト軸が、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラックに嚙合するサブピニオンとのうちの何れかの部材である。

【0028】

又、本発明のウォーム減速機を実施する場合に好ましくは、請求項 6 に記載した様に、弾性体を弾力付与手段とし、ウォーム軸を、ギヤハウジングに対し回転及び揺動変位を可能に支持されると共に、中間部に設けたウォームをウォームホイールと嚙合させるものとし、上記ウォーム軸の揺動中心軸を、このウォーム軸の中心軸上から上記ウォームホイール側にずれた位置に、このウォームホイールの中心軸と平行に設ける。

【0029】

この好ましい構成によれば、上記ウォーム減速機を組み込んだ電動式パワーステアリング装置で、ステアリングホイールを回転させるのに要する力やこのステアリングホイールの戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。

【0030】

即ち、請求項 6 に記載した構成の場合には、次の様な課題を解決する事を目的とする。先ず、従来技術として、特許文献 3 には、ウォームホイールとウォーム軸との嚙合部でのバックラッシュを小さくする事を考慮したウォーム減速機が記載されている。このウォーム減速機は、図 50～51 に示す様に、電動モータ 114 と共に、電動式パワーステアリング装置に組み込んで、ステアリングシャフト 113 に加わる操舵トルクに応じて発生

させた上記電動モータ 114 の回転をウォーム減速機 115 で減速する事により得た補助トルクを、上記ステアリングシャフト 113 に付与する。この為、このステアリングシャフト 113 の一部に上記ウォーム減速機 115 を構成するウォームホイール 116 を外嵌固定すると共に、このウォームホイール 116 にウォーム軸 117 のウォーム 118 を嚙合させている。このウォーム軸 117 の両端部は、ギヤハウジング 119 の内側に、1 対の転がり軸受 120 a、120 b により、回転自在に支持している。又、上記ウォーム軸 117 の基端部（図 50 の左端部）を、上記電動モータ 114 の回転軸 121 の一端部（図 51 の右端部）に連結している。

【0031】

又、上記ウォーム軸 117 の先端部（図 50 の右端部）の外周面と、上記ギヤハウジング 119 に設けた凹孔 122 の内周面との間に、上記 1 対の転がり軸受 120 a、120 b のうちの一方の転がり軸受 120 b と弾力付与手段 123 とを設けている。この弾力付与手段 123 は、それぞれが金属製である内径側円筒部 124 及び外径側円筒部 125 と、これら両円筒部 124、125 同士を連結した、ゴム又は合成樹脂製の円輪部 126 とから成る。又、上記内径側円筒部 124 を、上記外径側円筒部 125 に対し、上記ウォームホイール 116 側に偏心させている。そして、上記凹孔 122 に、上記弾力付与手段 123 の外径側円筒部 125 を内嵌固定すると共に、上記内径側円筒部 124 の内側に固定した一方の転がり軸受 120 b の内輪 127 に、上記ウォーム軸 117 の先端部を内嵌固定している。この構成により、上記ウォーム軸 117 の先端部に、上記ウォームホイール 116 に向かう方向（図 50、51 の上向）の弾力が付与され、上記ウォーム軸 117 がこのウォームホイール 116 側に揺動変位する。尚、このウォーム軸 117 の基端部を支持する、上記 1 対の転がり軸受 120 a、120 b のうちの他方の転がり軸受 120 a の片面（図 50 の左端面）に、上記ギヤハウジング 119 のねじ孔 128 に結合したねじ環 129 の先端面を押し付けている。そして、この構成により、上記 1 対の転がり軸受 120 a、120 b の軸方向の内部隙間を小さくし、これら各転がり軸受 120 a、120 b のがたつきを抑えている。

【0032】

この様な特許文献 3 に記載されたウォーム減速機によれば、ウォーム軸 117 のウォーム 118 とウォームホイール 116 との嚙合部に存在するバックラッシュを或る程度小さく抑える事ができる為、この嚙合部での歯打ち音の発生を或る程度抑える事ができる。

【0033】

上述の様な特許文献 3 に記載されたウォーム減速機の場合には、ウォーム軸 117 をギヤハウジング 119 に対し揺動変位を可能に支持している。但し、このウォーム軸 117 の揺動変位の中心軸を、このウォーム軸 117 の基端部を支持する為の転がり軸受 120 a の中心等の、このウォーム軸 117 の中心軸上の点を通る位置に設けている場合には、図示しないステアリングホイールの両回転方向での戻りに差が生じると言った問題がある。又、運転者がこのステアリングホイールを操作するのに要する力の両回転方向での差が大きくなると言った問題もある。この理由に就いて、以下に説明する。

【0034】

先ず、電動モータ 114 によりウォーム軸 117 を回転駆動し、このウォーム軸 117 からウォームホイール 118 に駆動力を伝達する場合を、図 52 (a) (b) に示した略図で考える。図 52 の (a) と (b) とでは、上記電動モータ 114 を、逆方向に同じ大きさで回転駆動する。又、図 52 (a) (b) では、ウォーム軸 117 とウォームホイール 116 との軸角を 90 度とする。この状態では、これらウォーム軸 117 のウォームとウォームホイール 116 との歯面が、これらウォーム軸 117 とウォームホイール 116 との中心軸に対し捻れていると共に、これら歯面に圧力角が存在する。この為、このウォームホイール 116 から上記ウォーム軸 117 には、このウォーム軸 117 の軸方向及び径方向と、上記ウォームのピッチ円の接線方向との、3 方向の成分の分力 F_{a1} 、 F_{r1} 、 F_{u1} を有する反力が加わる。

【0035】

又、これら各分力 F_{a1} 、 F_{r1} 、 F_{u1} のうち、上記ウォーム軸 117 の軸方向の分力 F_{a1} は、このウォーム軸 117 から上記ウォームホイール 116 に、このウォームホイール 116 のピッチ円の接線方向に加わる分力 F_{u2} と、逆方向で同じ大きさになる。又、上記ウォーム軸 117 の径方向の分力 F_{r1} は、このウォーム軸 117 から上記ウォームホイール 116 に、このウォームホイール 116 の径方向に加わる分力 F_{r2} と、逆方向で同じ大きさになる。又、上記ウォームの接線方向の分力 F_{u1} は、上記ウォーム軸 117 から上記ウォームホイール 116 に、このウォームホイール 116 の軸方向に加わる分力 F_{a2} と、逆方向で同じ大きさになる。この様な事情から、図 50、51 に示す構造の場合には、上記ウォーム軸 117 に上記径方向の分力 F_{r1} が加わった場合でも、このウォーム軸 117 のウォームとウォームホイール 116 との歯面同士が離隔しない様にする為に、弾力付与手段 123 (図 50、51) により、上記ウォーム軸 117 に上記ウォームホイール 116 に向かう方向の適切な大きさの弾力を付与している。

【0036】

又、上記ウォームホイール 116 から上記ウォーム軸 117 に加わる反力は、このウォーム軸 117 の中心軸上からこのウォームホイール 116 側へずれた、このウォーム軸 117 のウォームとこのウォームホイール 116 との嚙合部で作用する。この為、このウォーム軸 117 の揺動中心をこのウォーム軸 117 の中心軸を通る位置に設けている場合には、上記軸方向の分力 F_{a1} により、このウォーム軸 117 に、この揺動中心をその中心とするモーメントが作用する。又、このモーメントの方向は、上記ウォーム軸 117 が両方向に回転する場合に逆になる。これに就いて、図 53、54 を用いて、更に詳しく説明する。

【0037】

図 53、54 では、ウォーム軸 117 の基端部 (図 53、54 の左端部) を転がり軸受 120a により、図示しない固定の部分に、回転及びこの転がり軸受 120a の中心 o をその中心とする若干の揺動変位を可能に支持している。又、上記ウォーム軸 117 を、図 53 に示す場合と図 54 に示す場合とで互いに逆方向に同じ大きさで回転駆動する。この様な状態では、このウォーム軸 117 のウォームとこのウォームホイール 116 との嚙合部で、このウォーム軸 117 の軸方向に関して、図 53 に示す場合と図 54 に示す場合とで逆方向の反力 F_{a1} が、このウォームホイール 116 からこのウォーム軸 117 に加わる。又、上記嚙合部と上記ウォーム軸 117 の揺動中心 o との、このウォーム軸 117 の径方向に関する距離を d_{117} とした場合に、 $d_{117} \cdot F_{a1}$ なる大きさのモーメント M が、上記ウォーム軸 117 に作用する。このモーメント M の方向は、図 53 に示す場合と図 54 に示す場合とで、互いに逆になる。そして、上記嚙合部と上記ウォーム軸 117 の揺動中心 o との、このウォーム軸 117 の軸方向に関する距離を L_{117} とした場合に、 M/L_{117} の大きさの力 F_m が、上記嚙合部でこのウォーム軸 117 の径方向に作用する。又、この力 F_m の作用方向は、図 53 に示す場合と図 54 に示す場合とで、互いに逆になる。この為、上記嚙合部で上記ウォームホイール 116 から上記ウォーム軸 117 に径方向に作用する、上記モーメント M を考慮した実際の力 F_{r1}' の大きさは、ウォームホイール 116 が、図 53 に示す、一方向に回転する場合に小さく ($F_{r1}' = F_{r1} - F_m$) なり、図 54 に示す、他方向に回転する場合に大きく ($F_{r1}' = F_{r1} + F_m$) なる。

【0038】

この様に、上記ウォーム軸 117 に上記嚙合部で径方向に作用する実際の力 F_{r1}' が大きくなる、上記ウォームホイール 116 が他方向に回転する場合 (図 54 に示す場合) には、上記ウォーム軸 117 のウォームの歯面が上記ウォームホイール 116 の歯面から離隔し易くなる。一方、これら歯面同士が押し付け合う力を大きくすると、上記ウォームホイール 116 及びウォーム軸 117 の回転トルクが増大する。この様な事情から、上記ウォームホイール 116 が他方向に回転の場合に、上記歯面同士を離隔させない事と、これら各歯面同士が押し付け合う力を過大にしない事との両立を図る事を考慮して、上記ウォーム軸 117 に弾力付与手段により付与する弾力は、適切な所定値に設定する必要がある。但し、この様に上記弾力を設定した場合でも、上記ウォームホイール 116 が一方向

に回転する場合、上記各歯面同士が押し付け合う力が過大になる事が避けられない。この為、自動車を旋回走行から直進走行に戻す際の、ステアリングホイールが中立状態に戻る、戻り性能が一方向で悪化したり、運転者がこのステアリングホイールを回転させるのに要する力が一方向で過大になり、これら戻り性能や力の、このステアリングホイールの両回転方向での差が大きくなると言った問題が生じる。

【0039】

請求項6に記載したウォーム減速機及びこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置は、この様な事情に鑑みて、ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの嚙合部での歯打ち音の発生を抑えるべく、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する構造で、このウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態迄回転する戻り性能の、両回転方向での差を抑えるべく発明したものである。

【0040】

前述の様に構成する請求項6に記載したウォーム減速機の場合には、ウォーム軸の揺動中心軸を、このウォーム軸の中心軸上からウォームホイール側にずれた位置に、このウォームホイールの中心軸と平行に設けている。この為、このウォーム軸からこのウォームホイールに駆動力を伝達する際に、このウォームホイールからこのウォーム軸に、このウォーム軸の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づいてこのウォーム軸に発生するモーメントを小さく若しくは0にできる。従って、上記ウォームホイールから上記ウォーム軸に加わる径方向の反力が、このモーメントの影響により変動するのを抑える事ができる。そして、この事により、上記ウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態迄回転する戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。この結果、上述の様な本発明のウォーム減速機を組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合には、ステアリングホイールを回転させるのに要する力やこのステアリングホイールの戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。

【0041】

又、請求項6に記載したウォーム減速機を実施する場合により好ましくは、請求項7に記載した様に、上記ウォーム軸のウォームと上記ウォームホイールとのピッチ円の交点を含み、このウォーム軸の中心軸と平行な直線上の1点を通る、このウォームホイールの中心軸と平行な軸を、上記ウォーム軸の揺動中心軸とする。

【0042】

このより好ましい構成によれば、上記ウォーム軸から上記ウォームホイールに駆動力を伝達する際に、このウォームホイールからこのウォーム軸に、このウォーム軸の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸にモーメントが発生する事をなくす(0にする)事ができる。この為、上記ウォームホイールを固定した部材を回転させるのに要する力や、この部材が中立状態迄回転する戻り性能の、両回転方向での差をなくす事ができる。

【0043】

又、より好ましくは、請求項8に記載した様に、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダを、上記ギヤハウジングに対し揺動変位を可能に支持する。

【0044】

このより好ましい構成によれば、上記一方の軸受として、従来から一般的に使用しているものを使用しつつ、この一方の軸受をギヤハウジングに対し揺動変位を可能に支持でき、コストの上昇を抑える事ができる。

【0045】

更に好ましくは、請求項9に記載した様に、上記ウォーム軸の軸方向に関して、このウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの電動モータ側の軸受と、このウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの嚙合部との間に、このウォーム軸の揺動中心軸を設ける。

【0046】

この更に好ましい構成によれば、ウォーム軸の電動モータ側の端部の揺動変位量を少なくしつつ、このウォーム軸のウォームとウォームホイールとの啮合部に大きな予圧を付与する事ができ、この啮合部での耳障りな歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0047】

更に好ましくは、請求項10に記載した様に、上述の請求項6～9の何れかに記載したウォーム減速機に於いて、上記ウォーム軸のウォーム及びウォームホイールの啮合部に關して、このウォーム軸の揺動中心軸と反対側に、このウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設ける。

【0048】

この更に好ましい構成によれば、弾力付与手段を構成する弾性体の弾性変形量を大きくでき、上記ウォーム軸に付与する弾力の大きさを調節し易くできる。

【0049】

更に好ましくは、請求項11に記載した様に、上述の請求項6～10の何れかに記載したウォーム減速機に於いて、上記ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、上記ギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を可能に支持すると共に、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に弾性材を設ける。

【0050】

この更に好ましい構成によれば、ウォーム軸の回転トルクを徒に増大させる事なく、上記啮合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。即ち、ウォーム軸をギヤハウジングに対し軸方向に対する変位を不能として支持している場合には、ウォームホイールに回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸が回転運動し易くなる。又、このウォーム軸には慣性モーメントが大きい電動モータの回転軸を連結する為、上記ウォームホイールの回転振動に基づき、このウォーム軸のウォームと上記ウォームホイールとの歯面同士の間で伝達される力が大きくなる。従って、この力が加わった場合でも、これら両歯面同士が離れない様にする為には、上記弾力付与手段により付与する弾力を大きくする必要があるが、この弾力が過大になった場合には、上記ウォーム軸の回転トルクが徒に増大する。これに對して、請求項11に記載したウォーム減速機によれば、上記ウォームホイールに回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸を軸方向に変位し易くでき、このウォーム軸を回転運動しにくくできる。この為、上記両歯面同士の間で伝達される力を小さくできる。この結果、上記ウォーム軸の回転トルクを徒に増大させる事なく、これら両歯面同士が離れる事を防止でき、上記歯打ち音の発生を抑える事ができる。更に、これら両歯面同士の衝突に基づく振動を、上記ギヤハウジングに迄伝達しにくくでき、この振動に基づく異音の発生を抑える事ができる。

【0051】

又、上述の請求項6～10に記載したウォーム減速機を実施する場合に、好ましくは、請求項12に記載した様に、上記ウォーム軸の一端寄り部分を回転自在に支持する軸受を支持する為の軸受ホルダを、上記ギヤハウジングに、揺動軸により揺動変位を可能に支持しており、これらギヤハウジングと揺動軸との間、又はこれら軸受ホルダと揺動軸との間に少なくとも一部が弾性材である弾性リングを設けると共に、上記ウォーム軸の揺動軸の径方向に関する上記弾性リングの剛性を、円周方向で異ならせる。

【0052】

この好ましい構成によれば、上記ウォーム軸の軸方向に関する上記弾性リングの剛性を低くする事により、この弾性リング全体の必要とする剛性を確保しつつギヤハウジングに對し上記ウォーム軸を軸方向に変位し易くできる。従って、このウォーム軸の回転トルクが増大するのを、より効果的に抑える事ができる。

【0053】

又、上述の請求項6～9の何れかに記載したウォーム減速機を実施する場合に、好まし

くは、請求項 13 に記載した様に、上記ウォーム軸と電動モータの回転軸との間に、このウォーム軸に上記ウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設ける。

【0054】

この好ましい構成によれば、異音の発生を抑えつつ、ウォーム軸の電動モータ側の端部を支持する為の一方の軸受として、軸方向の内部隙間が比較的大きい、深溝型の玉軸受を使用でき、コストの低減を図れる。

【0055】

又、上述の請求項 6～9 の何れかに記載したウォーム減速機を実施する場合に、好ましくは、請求項 14 に記載した様に、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する 1 対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダと上記ギヤハウジングとの間に、上記ウォーム軸に上記ウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する為の弾力付与手段を設ける。

【0056】

この好ましい構成によれば、上記ウォーム軸と電動モータの回転軸とを連結して成る部分の全長を大きくする事なく、このウォーム軸のウォームと上記ウォームホイールとの啮合部に予圧を付与できる。

【0057】

又、上述の請求項 6～14 の何れかに記載したウォーム減速機を実施する場合に、好ましくは、請求項 15 に記載した様に、上記ウォーム軸の両端寄り部分を支持する 1 対の軸受のうちの上記揺動中心軸から離れた一方の軸受と、上記ギヤハウジングとの間に弾性材を設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を可能とする。

【0058】

この好ましい構成によれば、上記ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの啮合部での歯打ち音の発生抑制効果を損なう事なく、このウォーム軸の電動モータと反対側の端部と、この端部を支持する一方の軸受とが衝合する事による異音の発生を防止できる。

【0059】

又、上述の請求項 6～14 の何れかに記載したウォーム減速機を実施する場合に、好ましくは、請求項 16 に記載した様に、上記ウォーム軸の両端寄り部分を支持する 1 対の軸受のうちの上記ウォーム軸の揺動中心軸から離れた一方の軸受と上記ギヤハウジングとの間に、少なくとも一部が弾性材製である第二の弾性リングを設ける事により、このギヤハウジングに対する上記ウォーム軸の揺動変位を可能とすると共に、この第二の弾性リングの剛性を、このウォーム軸の揺動変位方向に関するものと、別の方向に関するものとで異ならせる。

【0060】

この好ましい構成によれば、上記ウォーム軸が意図しない方向に変位する事を防止しつつ、上記ウォームホイール側へのこのウォーム軸の変位をより行ない易くして、このウォーム軸のウォームとこのウォームホイールとの啮合部での歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0061】

又、上述の請求項 15 又は請求項 16 に記載したウォーム減速機を実施する場合に、好ましくは、請求項 17 に記載した様に、上記一方の軸受とギヤハウジングとの間に設けた弾性材又は第二の弾性リングに、上記ウォーム軸の揺動変位を規制する為のストッパ部を設ける。

この好ましい構成によれば、上記ウォーム軸が過度に揺動変位するのを防止できる。

【0062】

又、上述の請求項 6～17 の何れかに記載したウォーム減速機を実施する場合に、好ましくは、請求項 18 に記載した様に、上記電動モータの回転軸とウォーム軸とを弾性材を介して連結する。

この好ましい構成によれば、上記電動モータの回転軸とウォーム軸との間で、回転振動を伝達しにくくできる。

【0063】

又、上述の請求項6～18の何れかに記載したウォーム減速機を実施する場合に、好ましくは、請求項19に記載した様に、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダと、上記ギヤハウジングとの間にグリースを充填する。

【0064】

この好ましい構成によれば、上記ウォーム軸とウォームホイールとの間で駆動力を伝達する際に、このウォームホイールからこのウォーム軸に加わる反力に基づいて、このウォーム軸がこのウォームホイールから離れる傾向となった場合に、上記軸受ホルダを揺動変位しにくくできる。しかも、上記駆動力が大きくなり、上記反力が大きくなると、上記ウォーム軸が上記ウォームホイールから離れる速度が大きくなる傾向となるが、この場合には、上記グリースの粘性抵抗も大きくなる為、上記軸受ホルダの揺動変位を抑える事ができる。この為、上記ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの歯面同士が離れる事を防止し易くできる。

【0065】

又、上述の請求項6～18の何れかに記載したウォーム減速機を実施する場合に、好ましくは、請求項20に記載した様に、上記ウォーム軸の両端寄り部分を回転自在に支持する1対の軸受のうちの少なくとも一方の軸受を支持する為の軸受ホルダを、マグネシウム合金製とする。

【0066】

この好ましい構成によれば、上記ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの歯面同士の衝合によりこのウォーム軸に発生する振動を、上記軸受ホルダで吸収し易くできる為、上記ギヤハウジングに迄この振動を伝達しにくくできる。

【0067】

又、請求項21に記載した本発明の電動式パワーステアリング装置は、後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオン又はこのピニオンに支持した部材と噛み合わせたラックと、上述の請求項6～20の何れかに記載したウォーム減速機と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方角と大きさを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備える。又、上記ウォームホイールを、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラックに噛み合うサブピニオンとのうちの何れかの部材に固定する。

【0068】

又、本発明のウォーム減速機を実施する場合に好ましくは、請求項22に記載した様に、弾性体を、予圧パッドを介して、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものとする。

又、このウォームホイールは、アシスト軸に固定自在とする。

又、上記ウォーム軸を、一端寄り部分を第一の軸受により、他端寄り部分を第二の軸受によりギヤハウジングの内側に支持すると共に、中間部に設けたウォームが上記ウォームホイールと噛み合っており、且つ、上記第一の軸受を中心として揺動可能としたものとする。

又、上記第二の軸受を、外周面及び軸方向両側面の少なくとも一部を上記ギヤハウジングに固定された合成樹脂製の緩衝部材により覆われて、この緩衝部材に対するこの第二の軸受の軸方向の変位を規制されたものとする。

又、上記ウォーム軸の、上記予圧パッド及び第二の軸受に対する軸方向の変位を許容させる。

【0069】

この好ましい構成によれば、ウォームホイールからウォーム軸に加わる軸方向の力に拘らず、このウォーム軸のウォームとウォームホイールとの嚙合部に付与する予圧を限られた狭い範囲に安定して維持し易くできる。この為、この嚙合部での歯打ち音の発生を、有効に抑える事ができる。

即ち、請求項 22 に記載した構成の場合には、次の様な解決すべき課題を解決する事も目的とする。

先ず、従来技術として、特許文献 4 には、ウォームホイールとウォーム軸のウォームとの嚙合部でのバックラッシュを小さくする事を考慮したウォーム減速機が記載されている。このウォーム減速機は、図 55、56 に示す様に、ウォーム軸 117 の両端寄り部分を、1 対の転がり軸受 120a、120b によりギヤハウジング 119 に対し回転自在に支持している。これら 1 対の転がり軸受 120a、120b のうち、一方（図 55 の右方）の転がり軸受 120b の外輪 130 の外周面には、押付体 131 をギヤハウジング 119 に支持したばね 132 により弾性的に押し付けている。そしてこの構成により、上記ウォーム軸 117 の先端部に、ウォームホイール 116 に向かう方向の弾力を付与している。又、上記一方の転がり軸受 120b の周囲に、その内面に互いに平行な 1 対の側壁面 133、133 を設けた円筒状の案内部材 134 を設けて、上記一方の転がり軸受 120b の径方向及び軸方向の変位を規制している。又、上記 1 対の転がり軸受 120a、120b のうちの他方（図 55 の左方）の転がり軸受 120a の片面に、ギヤハウジング 119 に形成したねじ孔 128 に結合したねじ環 129 の先端面を押し付ける事により、上記他方の転がり軸受 120a の内部隙間を小さくすると共に、上記ウォーム軸 117 を上記一方の転がり軸受 120b に押し付けて、この一方の転がり軸受 120b の内部隙間を小さくしている。そして、この構成により、この一方の転がり軸受 120b 及び上記他方の転がり軸受 120a のがたつきを抑えている。その他の構造は、前述の図 48～49 に示した特許文献 3 に記載された構造の場合と同様である。

【0070】

この様な特許文献 4 に記載されたウォーム減速機の場合も、上述した特許文献 3 に記載された構造の場合と同様に、ウォーム軸 117 のウォーム 118 とウォームホイール 116 との嚙合部に予圧を付与する事ができ、この嚙合部に存在するバックラッシュを或る程度小さく抑える事ができる為、この嚙合部での歯打ち音の発生を或る程度抑える事ができる。

【0071】

上述の様な特許文献 4 に記載された構造の場合、上記ねじ環 129 の締め付け量を大きくする事により、上記各転がり軸受 120a、120b のがたつきを抑えている。但し、上記ねじ環 129 の締め付け量を大きくすると、このウォーム軸 117 の先端部を支持する為、上記一方の転がり軸受 120b を構成する外輪 130 の端面が、案内部材 134 の底面に強く押し付けられる。そして、これにより、これら外輪 130 の端面と案内部材 134 の底面との間に大きな摩擦力が発生する。この摩擦力が大きくなる事は、この外輪 130 の外周面にばね 132 を押し付ける事により上記嚙合部に付与する予圧が減少する原因となる。又、この予圧が減少する事は、この嚙合部で歯打ち音が発生し易くなる原因となる。

【0072】

これに対して、上記ばね 132 により上記外輪 130 に付与する弾力を大きくする事により、上記外輪 130 の端面と上記案内部材 134 の端面との間に作用する摩擦力が大きくなる場合でも、上記嚙合部に付与する予圧を所定値以上に確保する事も考えられる。但し、この予圧が大き過ぎると、上記ステアリングホイールの戻り性能が悪化してしまう。即ち、上記予圧は、上記嚙合部での歯打ち音の発生を抑える為に付与するが、この予圧が所定値以上になると、自動車を旋回状態から直進状態に戻す際の、上記ステアリングホイールを中立状態に復帰させるこのステアリングホイールの戻り性能が悪化する。この為、上記予圧は、限られた狭い範囲内に設定する必要がある。従って、この予圧に大きく影響する、上記外輪 130 の端面と上記案内部材 134 の端面との間に作用する摩擦力は、十

分に小さく抑える必要がある。但し、この摩擦力を十分に小さくする為に、上記ねじ環 129 の締め付け量を微妙に調整する作業は困難である。

【0073】

又、運転者がステアリングホイールを操舵する事に伴い、電動モータ 114 が回転駆動した場合には、ウォームホイール 116 からウォーム軸 117 に、このウォーム軸 117 の軸方向に大きな反力が加わる。そして、この反力によりこのウォーム軸 117 が軸方向に関して案内部材 134 側に変位した場合には、このウォーム軸 117 の先端部を支持する為の上記一方の転がり軸受 120b の外輪 130 がこの案内部材 134 の底面にやはり強く押し付けられ、この外輪 130 とこの案内部材 134 の底面との間に発生する摩擦力が大きくなる可能性がある。即ち、この摩擦力を長期間に亙り一定値に維持する事は困難であり、この摩擦力が大きくなった場合には、上記噛合部で歯打ち音が発生し易くなる。逆にこの摩擦力が小さくなると、上記ステアリングホイールの戻り性能が悪化し易くなる。

【0074】

請求項 22 に記載したウォーム減速機及びこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置は、この様な事情に鑑みて、ウォームホイールからウォーム軸に加わる軸方向の力に拘らず、上記噛合部に付与する予圧を限られた狭い範囲に安定して維持し易くする事により、この噛合部での歯打ち音の発生を、有効に抑えるべく発明したものである。

【0075】

前述の様に構成する請求項 22 に記載した構成の場合には、ウォーム軸に弾力を付与する為の予圧パッド及びこのウォーム軸の先端部を支持する為の第二の軸受に対する、このウォーム軸の軸方向の変位を許容している。この為、ウォームホイールからこのウォーム軸に軸方向の大きな反力が加わる場合でも、この反力により、上記予圧パッド及び第二の軸受が別の部材に、このウォーム軸の軸方向に強く押し付けられる事がない。従って、弾性体により上記予圧パッドを介してこのウォーム軸に弾力を付与する事により、上記ウォームホイールとウォーム軸のウォームとの噛合部に付与する予圧が、上記反力の影響により大きく変動する事を防止できる。この結果、この予圧を、限られた狭い範囲に長期間に亙り安定して維持し易くでき、上記噛合部での歯打ち音の発生を、有効に抑える事ができる。又、第二の軸受の変位を規制する緩衝部材を合成樹脂製としている為、これら第二の軸受と緩衝部材との間に作用する摩擦力を小さくして、この第二の軸受を径方向に変位し易くできる。この為、上記噛合部での歯打ち音の発生を、より有効に抑える事ができる。又、この第二の軸受は、外周面及び軸方向両側面の少なくとも一部を、上記緩衝部材により覆って、この緩衝部材に対する上記第二の軸受の軸方向の変位を規制している為、上記ウォーム軸をこの第二の軸受に軸方向に押し付ける事なく、この第二の軸受のがたつきを抑え易くできる。

【0076】

又、請求項 22 に記載したウォーム減速機を実施する場合により好ましくは、請求項 23 に記載した様に、緩衝部材を、円周方向の一部に軸方向全長に亙る切り欠きを設けたものとする。

このより好ましい構成の場合、緩衝部材の直径を弾性的に大きく広げる事ができ、この緩衝部材の内側に第二の軸受を、この第二の軸受の軸方向の変位を規制する様に組み付ける作業を、容易に行なえる。又、上記緩衝部材により、この緩衝部材の周囲に設ける部品の寸法誤差及び組み付け誤差を吸収し易くできる。又、周囲の温度が変化した場合でも、この緩衝部材に設けた切り欠き部分で寸法変化を吸収して、この緩衝部材の切り欠き以外での寸法変化を抑える事ができる。

【0077】

又、より好ましくは、請求項 24 に記載した様に、第二の軸受を、緩衝部材に対するこの第二の軸受の軸方向の変位を阻止されると共に、この緩衝部材に対するこの第二の軸受の径方向の変位を許容されたものとする。

このより好ましい構成によれば、ウォーム軸と第二の軸受とが軸方向に相対変位しつつ

、このウォーム軸の揺動変位する場合での、これらウォーム軸と第二の軸受との間での滑り摩擦を小さくし易くでき、この揺動変位を円滑に行ない易くできる。この為、全体での摩擦損失を小さくして、このウォーム軸のウォームとウォームホイールとの啮合部に適正な予圧を付与し易くできる。

【0078】

又、より好ましくは、請求項 25 に記載した様に、緩衝部材とギヤハウジングとの間、又は、この緩衝部材と第二の軸受との間に、弾性部材を設ける。

このより好ましい構成によれば、ギヤハウジングに対する緩衝部材のがたつき、又はこの緩衝部材に対する第二の軸受のがたつきを抑え易くできる。この為、各部の寸法管理を容易に行なえると共に、ウォーム軸のウォームとウォームホイールとの啮合部での噛み合いを適正な状態に維持し易くできる。更に、ギヤハウジングに緩衝部材を組み付けたり、この緩衝部材に第二の軸受を組み付ける際に、これら各部材同士の間で弾性部材を圧縮する事ができる。この為、この緩衝部材又は第二の軸受の組み付け作業を、ギヤハウジング又は緩衝部材に対する、この緩衝部材又は第二の軸受の脱落を防止しつつ行なう事ができ、この組み付け作業を容易に行なえる。

【0079】

又、より好ましくは、請求項 26 に記載した様に、緩衝部材を、この緩衝部材の中心軸を含む仮想平面により 2 分割する事により得られる如き形状を有する 1 対の素子から成るものとする。

このより好ましい構成によれば、緩衝部材を得る為の成形作業の容易化を図れると共に、この緩衝部材の内側に第二の軸受を組み付ける作業をより容易に行なえる。

【0080】

又、請求項 26 に記載した構成を実施する場合に好ましくは、請求項 27 に記載した様に、1 対の素子同士の突き合わせ面の面方向を、ウォーム軸に弾性体により弾力を付与する方向と一致させる。

この好ましい構成によれば、ウォーム軸の揺動変位をより行ない易くできる。

【0081】

又、請求項 28 に記載した電動式パワーステアリング装置の場合には、後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオン又はこのピニオンに支持した部材と啮合させたラックと、請求項 22～27 の何れかに記載したウォーム減速機と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方角と大きさを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備え、アシスト軸が、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラックに啮合するサブピニオンとのうちの何れかの部材である。

【実施例 1】**【0082】**

図 1～9 は、請求項 1、2、5 に対応する、本発明の実施例 1 を示している。本実施例の電動式パワーステアリング装置は、後端部にステアリングホイール 1 を固定した、請求項に記載したアシスト軸である、ステアリングシャフト 2 と、このステアリングシャフト 2 を挿通自在なステアリングコラム 15 と、このステアリングシャフト 2 に補助トルクを付与する為のウォーム減速機 16 と、このステアリングシャフト 2 の前端側に設けたピニオン 11 (図 4 6 参照) と、このピニオン 11 又はこのピニオン 11 に支持した部材と啮合させたラック 12 (図 4 6 参照) と、トルクセンサ 3 (図 4 6 参照) と、電動モータ 3 1 と、制御器 6 (図 4 6 参照) とを備える。

【0083】

このうちのステアリングシャフト 2 は、アウターシャフト 17 と、インナーシャフト 18 とを、スプライン係合部により、回転力の伝達自在に、且つ軸方向に関する変位を可能に組み合わせて成る。又、本実施例の場合には、上記アウターシャフト 17 の前端部とイ

ンナーシャフト 17 の後端部とをスプライン係合させると共に、合成樹脂を介して結合している。従って、上記アウターシャフト 17 とインナーシャフト 18 とは、衝突時にはこの合成樹脂を破断させて、全長を縮める事ができる。

【0084】

又、上記ステアリングシャフト 2 を挿通した筒状のステアリングコラム 15 は、アウターコラム 19 とインナーコラム 20 とをテレスコプ状に組み合わせて成り、軸方向の衝撃が加わった場合に、この衝撃によるエネルギーを吸収しつつ全長が縮まる、所謂コラプシブル構造としている。そして、上記インナーコラム 20 の前端部を、ギヤハウジング 22 の後端面に結合固定している。又、上記インナーシャフト 18 をこのギヤハウジング 22 の内側に挿通し、このインナーシャフト 18 の前端部を、このギヤハウジング 22 の前端面から突出させている。

【0085】

上記ステアリングコラム 15 は、その中間部を支持ブラケット 24 により、ダッシュボードの下面等、車体 26 の一部に支承している。又、この支持ブラケット 24 と車体 26 との間に、図示しない係止部を設けて、この支持ブラケット 24 に前方に向かう方向の衝撃が加わった場合に、この支持ブラケット 24 が上記係止部から外れる様にしている。又、上記ギヤハウジング 22 の上端部も、上記車体 26 の一部に支承している。又、チルト機構及びテレスコピック機構を設ける事により、前記ステアリングホイール 1 の前後位置及び高さ位置の調節を自在としている。この様なチルト機構及びテレスコピック機構は、従来から周知であり、本実施例の特徴部分でもない為、詳しい説明は省略する。

【0086】

又、上記インナーシャフト 20 の前端部で、上記ギヤハウジング 22 の前端面から突出した部分は、自在継手 7 を介して、中間シャフト 8 の後端部に連結している。又、この中間シャフト 8 の前端部に、別の自在継手 7 を介して、ステアリングギヤ 9 の入力軸 10 を連結している。前記ピニオン 11 は、この入力軸 10 に結合している。又、前記ラック 12 は、このピニオン 11 に嚙合させている。尚、地面から車輪を介して中間シャフト 8 に加わった振動が上記ステアリングホイール 1 に伝達されるのを防止する為、上記各自在継手 7、7 に、振動吸収装置を設ける事もできる。

【0087】

又、前記ウォーム減速機 16 は、上記インナーシャフト 18 の一部に外嵌固定自在なウォームホイール 28 と、ウォーム軸 29 と、振りコイルばね 30 と、予圧パッド 70 とを備える。更に、上記ウォーム減速機 16 は、それぞれが単列深溝型である、第一～第四の玉軸受 34～37 を備える。

【0088】

又、前記トルクセンサ 3 は、前記ステアリングシャフト 2 の中間部の周囲に設けて、上記ステアリングホイール 1 からこのステアリングシャフト 2 に加えられるトルクの方角と大きさを検出し、検出値を表す信号（検出信号）を、前記制御器 6 に送る。そして、この制御器 6 は、この検出信号に応じて、前記電動モータ 31 に駆動の為の信号を送り、所定の方向に所定の大きさで補助トルクを発生させる。

【0089】

又、上記ウォームホイール 28 とウォーム軸 29 とは、上記ギヤハウジング 22 の内側に設けて、このウォームホイール 28 と、このウォーム軸 29 の中間部に設けたウォーム 27 とを嚙合させている。又、上記電動モータ 31 は、このギヤハウジング 22 に結合固定したケース 23 と、このケース 23 の内周面に設けた、永久磁石製のステータ 39 と、このケース 23 の内側に設けた回転軸 32 と、この回転軸 32 の中間部にこのステータ 39 と対向する状態で設けたロータ 38 とを備える。

【0090】

又、前記第一の玉軸受 34 は、上記ケース 23 を構成する底板部 40 の中心部に設けた凹孔 41 の内周面と、上記回転軸 32 の基端部外周面との間に設けて、上記ケース 23 に対しこの回転軸 32 の基端部（図 2、3 の左端部）を、回転自在に支持している。又、前

記第二の玉軸受 3 は、上記ケース 23 の中間部内周面に設けた隔壁部 42 の内周縁と、上記回転軸 32 の中間部外周面との間に設けて、この隔壁部 42 に対しこの回転軸 32 の中間部を回転自在に支持している。又、上記ロータ 38 は、この回転軸 32 の中間部に設けた、積層鋼板製のコア 43 の外周面の円周方向複数個所に設けたスロット 44 にコイル 45 を巻回して成る。又、上記回転軸 32 の先端寄り部分（図 2、3 の右端寄り部分）で、上記ロータ 38 と上記隔壁部 42 との間部分に、上記コイル 45 に通電する為のコンミテータ 46 を設けている。

【0091】

一方、上記ケース 23 の内周面でこのコンミテータ 46 と対向する部分に、ブラシホルダ 47 を固定している。そして、このブラシホルダ 47 内にブラシ 48 を、上記ケース 23 の径方向の変位自在に収納している。このブラシ 48 は、このケース 23 の外周面に設けた図示しないカブラの端子と導通している。又、上記ブラシ 48 には、上記ブラシホルダ 47 内に支持したばね 49 により、上記ケース 23 の内径側に向けた弾力を付与している。従って、このブラシ 48 の内端面は、上記コンミテータ 46 の外周面と弾性的に摺接する。そして、このコンミテータ 46 と上記ブラシ 48 とにより、上記コイル 45 への励磁電流の向きを切り換える為のロータ位相検出器を構成している。

【0092】

更に、前記ウォーム軸 29 の基端部（図 2、4 の左端部）内周面に設けた雌スプライン部 50 を、前記回転軸 32 の先端部に設けた雄スプライン部 51 とスプライン係合させて成るスプライン係合部 33 により、上記両軸 29、32 の端部同士を連結している。この構成により、ウォーム軸 29 は、回転軸 32 と共に回転する。

【0093】

又、前記第三の玉軸受 36 は、前記ギヤハウジング 22 の内側に、上記ウォーム軸 29 の基端部を、回転自在に支持している。この為、この第三の玉軸受 36 を構成する外輪 57 を、前記ギヤハウジング 22 の一部に設けた支持孔 59 の内周面に内嵌固定している。又、この外輪 57 の軸方向一端面（図 2、4 の右端面）を、この支持孔 59 の内周面に設けた段部 58 に突き当てると共に、上記外輪 57 の軸方向他端面（図 2、4 の左端面）を、この内周面に係止した係止リング 88 により抑え付けている。又、上記第三の玉軸受 36 を構成する内輪 52 を、上記ウォーム軸 29 の基端寄り部分外周面で、軸方向に関して上記スプライン係合部 33 と一致する部分に外嵌している。そして、このスプライン係合部 33 の軸方向中央位置と第三の玉軸受 36 との軸方向中央位置とを、ほぼ一致させている。又、上記内輪 52 の内周面と上記ウォーム軸 29 の外周面との間に微小隙間を設ける事により、上記第三の玉軸受 36 に対する上記ウォーム軸 29 の所定の範囲での傾きを可能としている。又、上記内輪 52 の軸方向両端面と、このウォーム軸 29 の基端寄り部分外周面に設けた鏢部 53 の側面及びこのウォーム軸 29 の基端部に設けた雄ねじ部 54 に螺合固定したナット 55 の内端面との間に、それぞれ複数枚ずつの皿ばね 56、56 を設けている。そして、上記鏢部 53 の側面とナット 55 の内端面（図 2、4 の左端面）との間で上記内輪 52 を、弾性的に挟持している。この構成により、上記第三の玉軸受 36 に対して上記ウォーム軸 29 を、軸方向に関する所定の範囲での弾性的変位を可能としている。尚、好ましくは、上記第三の玉軸受 36 として、4 点接触型の玉軸受を使用する。

【0094】

一方、前記第四の玉軸受 37 は、上記ギヤハウジング 22 の内側に、上記ウォーム軸 29 の先端部（図 2、4、5 の右端部）を、回転自在に支持している。この為、上記第四の玉軸受 37 を構成する外輪 60 を、上記ギヤハウジング 22 の内側に固定したホルダ 61 に固定している。このホルダ 61 は、断面 L 字形で全体を円環状に形成しており、このホルダ 61 の片半部（図 2、4、5 の左半部）内周面に設けた大径部 62 に、上記外輪 60 を内嵌固定している。又、上記ウォーム軸 29 の先端寄り部分の外周面で、前記ウォーム 27 から外れた部分に設けた大径部 63 に、弾性材製のプッシュ 64 を外嵌している。このプッシュ 64 は、断面 L 字形で全体を円筒状に形成している。そして、このプッシュ 64 の内側に、上記ウォーム軸 29 の大径部 63 を緩く挿通すると共に、このプッシュ 6

4の軸方向一端面(図2、4、5の右端面)から、上記ウォーム軸29の先端部を突出させている。そして、上記プッシュ64の軸方向中間部に、上記第四の玉軸受37を構成する内輪65を外嵌固定している。又、この内輪65の軸方向一端面(図2、4、5の左端面)を、上記プッシュ64の軸方向他端部(図2、4、5の左端部)に設けた外向鏢部67の内側面に突き当てる事により、この内輪65の軸方向の位置決めを図っている。そして、上記プッシュ64の内周面と上記大径部63の外周面との間に微小隙間を設ける事により、このプッシュ64に対する上記ウォーム軸29の所定の範囲での傾き(径方向の変位)を可能としている。

【0095】

又、このウォーム軸29に設けた大径部63とこの大径部63よりも先端側に外れた部分に設けた小径部68との間に、テーパ面89を設けている。又、この小径部68と上記ウォーム軸29の先端面との連続部に、テーパ面109を設けている。そして、前記ギヤハウジング22に固定したホルダ61の他端面(図2、4、5の右端面)とこのギヤハウジング22に設けた凹孔72の底面との間に配置した予圧パッド70の一部に、上記小径部68をがたつきなく挿入している。この予圧パッド70は、図7～9に詳示する様に、固体潤滑材を混入した合成樹脂を射出成形する等により、欠円筒の外周寄り部分の径方向反対側2箇所位置の片側部分を除去した如き形状に造っている。又、この予圧パッド70の外周面の径方向反対側に設けた平面部91、91のうち、長さ方向一端部(図7～9の下端部)の片側寄り部分(図7～9の裏側寄り部分)に腕部92、92を設けている。又、この予圧パッド70の幅方向(図6～9の左右方向)中央部に軸方向に貫通する状態で設けた、通孔71の内側に、上記ウォーム軸29の小径部68をがたつきなく挿入自在としている。

【0096】

又、上記通孔71の軸方向両端寄り部分に、開口端に向かう程直径が大きくなったテーパ面93a、93bを、それぞれ設けている。又、この通孔71の軸方向中間部の自由状態での内周面の断面形状を、略正三角形で、互いに隣り合う2本の直線部同士をそれぞれ曲線部により連続させた如き形状としている。そして、これら各直線部の中間部が位置する、上記通孔71の中間部内周面の円周方向等間隔3箇所位置を、上記ウォーム軸29の小径部68の外周面が弾性的に当接する接触部94、94としている。本実施例の場合、これら各接触部94、94は、上記予圧パッド70の中心軸を含み、幅方向中央部を通る、仮想平面 α (図7)に関して、対象な位置に存在する。又、上記通孔71の軸方向中間部の内周面で、上記予圧パッド70の幅方向中央部に位置する1個の接触部94と、この通孔71の中心軸に関して反対側に位置する部分に、凹部95を形成している。この構成により、上記予圧パッド70の円周方向一部でこの凹部95に対応する部分の剛性は低くなり、この部分が弾性変形し易くなる。又、上記予圧パッド70の内外両周面同士を連続させる不連続部90を、上記仮想平面 α に関して片側(図7～9の右側)にずれた位置に設けている。

【0097】

一方、上記予圧パッド70の外周面で、前記ウォームホイール28と反対側(図7～9の下側)の部分に第一部分円筒面部104を、このウォームホイール28側(図7～9の上側)の部分にこの第一部分円筒面部104と同心の第二部分円筒面部105を、それぞれ設けている。又、この第一部分円筒面部104の円周方向中間部に、幅の小さい突部106を設けると共に、この突部106の先端面を、この第一部分円筒面部104と同心の第三部分円筒面部107としている。又、上記予圧パッド70の外周面で上記ウォームホイール28と反対側部分の、前記ホルダ61と反対側の軸方向一端部(図5の右端部、図7～9の表側端部)に、外径側に突出する係止突部108を設けている。

【0098】

この様な予圧パッド70は、前記ギヤハウジング22(図2、4～6)に内嵌固定自在な前記ホルダ61に、図8、9に詳示する様に組み合わせている。又、このホルダ61の軸方向他面(図9の表側面)に、それぞれ2個ずつ合計4個の第一、第二の突部97、9

8を、上記通孔9の開口周辺部の4個所位置に振り分けて形成している。このうちの各第一の突部97、97は、ウォームホイール28側(図2、4、5の上側)に存在し、各第二の突部98、98は、このウォームホイール28と反対側(図2、4、5の下側)に存在する。又、上記各第一、第二の突部97、98の外径側側面に、互いに同心の部分円筒面部99、99を、それぞれ設けている。又、これら各第二の突部98、98の先端寄り部分で上記ウォームホイール28と反対側の側面に、第一の係止突部100、100を設けている。

【0099】

そして、それぞれが上述の様に構成するホルダ61と予圧パッド70とを組み合わせると共に、これら両部材61、70の周囲に振りコイルばね30を設けている。即ち、このホルダ61に設けた各第一、第二の突部97、98の内側に上記予圧パッド70を配置すると共に、これら各第二の突部98、98の片側(図8、9の下側)に、この予圧パッド70に設けた各腕部92、92を係止している。又、上記各第二の突部98、98に設けた第一の係止突部100、100の片側面(図8、9の裏側面)と上記各腕部92、92とを、微小隙間を介して対向させている。又、上記振りコイルばね30の両端部で、径方向反対側2個所位置に設けた1対の係止部73、73を、上記ホルダ61の一部に設けた、互いに隣り合う第一、第二の突部97、98の間部分に配置しつつ、これら各第一、第二の突部97、98の外径側側面と上記予圧パッド70の外周面とに、上記振りコイルばね30の本体部分(コイル部分)を外嵌している。又、この振りコイルばね30の係止部73、73を、上記ホルダ61に設けた各第二の突部98、98の他側面(図6、8、9の上側面)に係止している。又、これら各第二の突部98、98の他側面の先端部に設けた第二の係止突部101、101により、上記各係止部73、73の抜け止めを図っている。そして、上記振りコイルばね30の本体部分の内周縁を、前記ウォームホイール28と反対側(図2、4～9の下側)に設けた第三部分円筒面部107に、弾性的に押し付けている。

【0100】

又、本実施例の場合には、上記予圧パッド70に設けた各平面部91、91を、上記ホルダ61に設けた各第一、第二の突部97、98の内径側側面に微小隙間を介して対向させている。この構成により、上記予圧パッド70は、これら内径側側面により、この予圧パッド70の幅方向(図2、4、5の表裏方向、図6～9の左右方向)に関する変位を規制される。本実施例の場合には、上記各第一、第二の突部97、98の内径側側面が、請求項2～4に記載した案内面に相当する。

【0101】

そして、この様にホルダ61と予圧パッド70と振りコイルばね30とを組み合わせた状態で、このホルダ61を、前記ギヤハウジング22の一部に内嵌固定している。又、このギヤハウジング22に上記ホルダ61を固定した後に、前記ウォーム軸29の先端部に設けた小径部68を、上記予圧パッド70に設けた通孔71に挿入している。この構成により、上記ウォーム軸29の先端部には、上記振りコイルばね30から上記予圧パッド70を介して、前記ウォームホイール28に向かう方向(図2、4、5の上向)の弾力が付与される。即ち、この予圧パッド70に設けた通孔71に上記ウォーム軸29の先端部を挿入する以前の状態で、この通孔71の中心軸は、上記ホルダ61の中心軸に対し、片側(図4～9の上側)に片寄っている。そして、上記予圧パッド70に設けた通孔71の内側に上記ウォーム軸29の先端部を挿入すると、この予圧パッド70に設けた第三部分円筒面部107により、上記振りコイルばね30の直径が弾性的に押し広げられる。そして、この振りコイルばね30が巻き戻る(直径を縮める)方向に弾性復帰する傾向となり、この振りコイルばね30から上記ウォーム軸29の先端部に、上記予圧パッド70を介して、上記ウォームホイール28に向かう方向の弾力が付与される。この構成により、このウォームホイール28を外嵌固定した前記インナーシャフト18と上記ウォーム軸29との、中心軸同士の間の距離は弾性的に縮まる。この結果、上記ウォーム軸29のウォーム27と上記ウォームホイール28との歯面同士が、予圧を付与された状態で当接する。

【0102】

更に、上記振りコイルばね30の弾力に基づき、上記ウォーム軸29の先端部が上記予圧パッド70に設けた通孔71の内側で前記凹部95側に変位する事により、この予圧パッド70自身が、図6に示す様に、この予圧パッド70のうちの上記凹部95を挟む両側部分同士の間隔を拡げる様に弾性変形する。そして、上記予圧パッド70の各平面部91、91が弾性的にハ字形に拡がって、これら各平面部91、91が前記ホルダ61に設けた各第一、第二の突部97、98の内径側側面に弾性的に当接し、これら各平面部91、91と内径側側面との隙間が小さくなる。

【0103】

又、本実施例の場合には、上記予圧パッド70の外周面と上記振りコイルばね30の内周縁との当接部を部分円弧状とすると共に、この当接部の長さを、この振りコイルばね30の1巻きの長さに対して十分に小さくしている。又、上記予圧パッド70の周囲にこの振りコイルばね30を設けた状態で、この振りコイルばね30を構成する各1巻きずつの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面との間（線間）に、軸方向の隙間を設けている。

【0104】

上述の様に、本実施例のウォーム減速機とこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合には、振りコイルばね30により、ウォーム軸29の先端部に、予圧パッド70を介してウォームホイール28に向かう方向の弾力を付与している。この為、安価な構造で、これらウォームホイール28とウォーム軸29との噛合部に予圧を付与する事ができ、この噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。しかも、本実施例の場合には、ギヤハウジング22に固定されたホルダ61に設けられた、第一、第二の各突部97、98の内径側側面により、上記予圧パッド70の幅方向に関する変位を規制している。又、上記振りコイルばね30の弾力に基づき、上記ウォーム軸29の先端部を予圧パッド70に設けた通孔71の内側で凹部95側に変位させ、この予圧パッド70自身を弾性変形させている。そして、この予圧パッド70の各平面部91、91を内径側側面に弾性的に当接させる事により、これら各平面部91、91と内径側側面との隙間を小さくしている。従って、電動モータ31（図1～4）の駆動時に上記ウォームホイール28から上記ウォーム軸29に、図7の矢印イ、ロで示す方向の反力が加わるのにも拘らず、上記予圧パッド70が上記各第一、第二の突部97、98の内径側側面に強く衝合する事を防止でき、耳障りな異音（音鳴り）の発生を抑える事ができる。又、この異音の発生を抑える事で、上記歯打ち音の抑制効果が損なわれる事がない。

【0105】

又、本実施例の場合には、上記予圧パッド70が合成樹脂製である為、上記ウォーム軸29の端部を、この予圧パッド70に設けた通孔71の内側に挿入する際に、この予圧パッド70を弾性変形させ易くでき、この挿入作業を容易に行なえる。又、上記振りコイルばね30を構成する各1巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面とが軸方向に接触している（密着巻きばねである）場合には、この接触部で摩擦が生じる事が、上記振りコイルばね30により上記ウォーム軸29に付与する弾力が不適切に変化する原因となる。これに対して、本実施例の場合には、上記各1巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素との表面同士の間隙に軸方向の隙間を設けている（振りコイルばね30が密着巻きばねでない）為、上記ウォーム軸29に所定の弾力を、より安定して付与できる。

【0106】

又、本実施例の場合には、上記予圧パッド70の端部外周面に、外径側に突出する係止突部108を設けている為、この予圧パッド70の外周面から振りコイルばね30が脱落する事を防止できると共に、この予圧パッド70の軸方向に関するこの振りコイルばね30の変位を規制できる。

【実施例2】

【0107】

次に、図10は、やはり請求項1、2、5に対応する、本発明の実施例2を示している。本実施例の場合には、予圧パッド70に設けた通孔71aの内周面とウォーム軸29の先端部に設けた小径部68の外周面との接触部94a、94aの位置を、上述した第1例の場合とは異ならせている。即ち、本実施例の場合には、ウォームホイール28（図4～5参照）からこのウォーム軸29に加わる反力が大きくなる傾向となる、このウォームホイール28の所定の回転方向での、このウォーム軸29の中心軸に対し直交する方向の上記反力の作用方向である、図10の矢印イの方向に関して対象な円周方向等間隔3個所位置に、上記ウォーム軸29と予圧パッド70との接触部94a、94aを設けている。

【0108】

この様な本実施例の場合には、電動モータ31（図1～3参照）の駆動時に、上記ウォームホイール28から上記ウォーム軸29に上記矢印イの方向の反力が加わった場合に、上記予圧パッド70をこの矢印イの方向に関して両側に、ほぼ均等に大きく弾性変形させ易くできる。この為、この予圧パッド70の各平面部91、91とホルダ61に設けた第一、第二の各突部97、98（図6、8、9参照）の内径側側面との間に隙間が存在する場合でも、上記予圧パッド70の弾性変形量を大きくする事ができ、上記予圧パッド70が上記ウォーム軸29に加わる反力に基づき上記矢印イの側に大きく変位する事を防止できる。従って、この予圧パッド70の一部が、上記第一、第二の各突部97、98の内径側側面に強く衝合する事を防止して、この予圧パッド70からこれら内径側側面に加わる衝撃力を緩和でき、この予圧パッド70がこれら内径側側面に衝合する事による異音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

その他の構成及び作用に就いては、上述した実施例1の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例3】

【0109】

次に、図11～12は、請求項1、3、5に対応する、本発明の実施例3を示している。本実施例の場合には、予圧パッド70aを、互いに別体の2個の素子110a、110bを組み合わせる事により構成している。これら2個の素子110a、110bは、前述の図1～9に示した実施例1の構造を構成する予圧パッド70の不連続部90を幅方向中央部に設けると共に、通孔71（図7等参照）の中心軸に関してこの不連続部90と反対側位置でこの予圧パッド70を切断する事により得られるものの如き形状を有する。即ち、上記各素子110a、110bは、互いに対向する片側面の長さ方向（図11～12の上下方向）中間部に、略半円筒面状の凹部111、111を、同じく長さ方向両端寄り部分に平面部112a、112bを、それぞれ設けている。又、これら各素子110a、110bの互いに反対側となる他側面に、平面部91、91と腕部92、92とを、それぞれ設けている。そして、これら各素子110a、110bを、上記各片側面に設けた平面部112a、112b同士を突き合わせつつ組み合わせた状態で、上記各凹部111、111同士を対向させた部分により、前述した実施例1の構造を構成する予圧パッド70に設けた通孔71と同様の形状を有する通孔が形成される様にしている。

【0110】

又、上記各素子110a、110bの外周面で、ウォームホイール28（図2、4、5参照）と反対側（図11、12の下側）の部分に第一部分円筒面部104a、104aを、上記ウォームホイール28側（図11、12の上側）の部分にこの第一部分円筒面部104a、104aと同心の円弧形の第二部分円筒面部105a、105aを、それぞれ設けている。又、上記各第一部分円筒面部104a、104aのうち、互いに対向する幅方向一端部に、幅の小さい突部106a、106aを設けると共に、これら各突部106a、106aの先端面を、上記各第一部分円筒面部104a、104aと同心の第三部分円筒面部107a、107aとしている。又、上記各素子110a、110bの外周面で上記ウォームホイール28と反対側部分の、ホルダ61と反対側の軸方向一端部（図11、12の表側端部）に、外径側に突出する係止突部108a、108aを設けている。

【0111】

そして、それらが上述の様に構成する1対の素子110a、110bと、上記ホルダ61とを組み合わせると共に、これら各部材110a、110b、61の周囲に振りコイルばね30を設けている。即ち、上記ホルダ61に設けた各第一、第二の突部97、98の内側に上記1対の素子110a、110bを配置すると共に、これら各第二の突部98、98の片側(図12の下側)に上記各素子110a、110bに設けた腕部92、92に係止している。又、これら各第二の突部98、98に設けた第一の係止突部100、100の片側面(図12の裏側面)と上記各腕部92、92とを、微小隙間を介して対向させている。

【0112】

又、上記振りコイルばね30の両端部で、径方向反対側2箇所位置に設けた1対の係止部73、73を、上記ホルダ61の一部に設けた、互いに隣り合う第一、第二の突部97、98の間部分に配置した状態で、これら各第一、第二の突部97、98の外径側側面と上記各素子110a、110bの外周面とに上記振りコイルばね30の本体部分を外嵌している。又、この振りコイルばね30の係止部73、73を、上記ホルダ61に設けた各第二の突部98、98の他側面(図12の上側面)に係止している。そして、上記振りコイルばね30の本体部分の内周縁を、上記各素子110a、110bに設けた第三部分円筒面部107a、107aに、弾性的に押し付けている。

【0113】

又、本実施例の場合には、上記各素子110a、110bに設けた平面部91、91を、上記ホルダ61に設けた各第一、第二の突部97、98の内径側側面に微小隙間を介して対向させている。この構成により、上記各素子110a、110bは、これら内径側側面により、これら各素子110a、110bの幅方向(図11、12の左右方向)に関する変位を規制される。

【0114】

そして、この様にホルダ61と各素子110a、110bと振りコイルばね30とを組み合わせた状態で、このホルダ61を、ギヤハウジング22(図1、2等参照)の一部に内嵌固定する。又、このギヤハウジング22に上記ホルダ61を固定した後に、ウォーム軸29の先端部に設けた小径部68(図4~7参照)を、上記各素子110a、110bの凹部111、111同士を組み合わせる通孔に挿入する。この構成により、上記ウォーム軸29の先端部には、上記振りコイルばね30から上記各素子110a、110bを介して、上記ウォームホイール28に向かう方向の弾力が付与される。そして、上記ウォーム軸29のウォーム27(図2、4、5参照)とこのウォームホイール28との歯面同士が、予圧が付与された状態で当接する。

【0115】

更に、上記振りコイルばね30の弾力に基づき、上記ウォーム軸29の先端部が上記通孔71の内側で上記ウォームホイール28と反対側に変位する事により、上記各素子110a、110bの他側面に設けた平面部91、91が弾性的にハ字形に広がる。そして、これら各平面部91、91が前記ホルダ61に設けた各第一、第二の突部97、98の内径側側面に弾性的に当接する事により、これら各平面部91、91と内径側側面との隙間が小さくなる。

【0116】

上述の様に構成する本実施例の場合も、電動モータ31(図1~3参照)の駆動時に上記ウォームホイール28から上記ウォーム軸29に反力が加わるのにも拘らず、上記各素子110a、110bが上記各第一、第二の突部97、98の内径側側面に強く衝合する事を防止でき、耳障りな異音(音鳴り)の発生を抑える事ができる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図1~9に示した実施例1の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例4】

【0117】

次に、図13~14は、請求項1、2、4、5に対応する、本発明の実施の形態の第4

例を示している。実施例の場合には、ホルダ 61 と予圧パッド 70 と振りコイルばね 30 との設置方向を、前述の図 1～9 に示した実施例 1 の場合に対して、図 13 の角度 θ 分だけずらせている。即ち、このホルダ 61 に設けた各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に沿う予圧パッド 70 の変位可能な方向である、図 13 に矢印ハで示す方向を、ウォーム軸 29 の中心軸と、このウォーム軸 29 に設けたウォームとウォームホイール 28 (図 2、4、5 参照) との嚙合部とを含む仮想平面 α (図 13) に対し、角度 θ 分だけ傾斜させている。又、本実施例の場合には、このウォームホイール 28 の回転方向により異なる、電動モータ 31 (図 1～3) による駆動時にこのウォームホイール 28 から上記ウォーム軸 29 に加わる反力の方向である、図 13 に矢印イ、ロで示す方向と、上記各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に沿う予圧パッド 70 の変位方向である、図 13 に矢印ハで示す方向とがなす角度 β_1 、 β_2 を、ほぼ等しくしている ($\beta_1 \approx \beta_2$)。言い換えれば、上記各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に沿う予圧パッド 70 の変位方向である、上記矢印ハで示す方向により、上記矢印イ、ロで示す方向同士がなす角度 γ (図 13) を、ほぼ二等分している。

【0118】

上述の様に構成する本実施例の場合には、電動モータ 31 による駆動時に上記ウォームホイール 28 から上記ウォーム軸 29 に加わる、図 13 の矢印イ、ロの方向の反力に基づく上記予圧パッド 70 の弾性変形量の、この方向の違いによる差を小さくし易い。この為、この予圧パッド 70 の各平面部 91、91 と、ホルダ 61 に設けた第一、第二の各突部 97、98 の内径側側面との間に隙間が存在する場合でも、上記予圧パッド 70 がこれら内径側側面に衝合する際の衝撃力の、上記方向の違いによる差も小さくし易い。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図 1～9 に示した実施例 1 の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0119】

尚、図示は省略するが、本実施例の場合とは異なり、前述の図 1～9 に示した実施例 1 の構造で、電動モータ 31 の駆動力を同じにしたと仮定した場合での、ウォームホイール 28 からウォーム軸 29 に加わる反力の大きさを、この反力の方向に拘らずほぼ等しくする事により、この反力に基づく予圧パッド 70 の弾性変形量の、この反力の方向の違いによる差を小さくする事もできる。又、この様な構成を採用した場合には、これら反力の方向 (図 7 に矢印イ、ロで示す方向) と、ウォーム軸 29 の中心軸と、このウォーム軸 29 に設けたウォームとウォームホイール 28 との嚙合部とを含む仮想平面 α (図 7) とがなす角度がほぼ等しくなる。この為、上述の図 13、14 に示した実施例 4 の場合と異なり、ホルダ 61 に設けた第一、第二の各突部 97、98 の内径側側面に沿う予圧パッド 70 の変位可能な方向を、上記ウォーム軸 29 の中心軸と上記嚙合部とを結ぶ仮想平面 α に対し傾斜させる必要がなくなる。例えば、前述の図 47、48 に示した場合で、当該嚙合部とウォーム軸 29 の揺動中心 o との、このウォーム軸 29 の径方向に関する距離 d_{29} と、当該嚙合部とこの揺動中心 o との、このウォーム軸 29 の軸方向に関する距離 L_{29} との比 d_{29}/L_{29} を十分に小さくすれば、 F_r の大きさを十分に小さくできる。この為、ウォームホイール 28 からウォーム軸 29 に加わる反力の方向に拘らず、これら反力の大きさをほぼ等しくできる。従って、前述の図 1～9 に示した実施例 1 の構造で、ウォームホイール 28 からウォーム軸 29 に加わる反力の方向に拘らず、これら反力の大きさをほぼ等しくする事により、予圧パッド 70 が第一、第二の各突部 97、98 の内径側側面に衝合する際の衝撃力の、これら反力の方向の違いによる差を小さくできる。逆に言えば、上述の図 13 に示した構造を採用する事で、小型化の為に上記ウォーム軸 29 の軸方向寸法を短縮して上記比 d_{29}/L_{29} が大きくなっても、反力の方向に拘らず、上記衝撃力の緩和を効果的に行なえる。

【0120】

又、上述した各実施例の場合には、ピニオン軸 10 (図 1、46 参照) の端部に固定したピニオン 11 とラック 12 (図 46 参照) とを直接嚙合させているが、請求項 1～5 に係る本発明はこの様な構造に限定するものではない。例えば、ピニオン軸の下端部に設け

たピンを、このピニオン軸と別体に設けたピニオンギヤの長孔内に、この長孔の長さ方向の変位を自在として係合させると共に、このピニオンギヤとラックとを噛合させ、車速に応じてステアリングシャフトの回転角度に対するラックの変位量の比を変化させる、所謂車速応動可変ギヤレシオ機構（VGS）を組み込んだ構造と、本実施例の構造とを組み合わせる事もできる。

【0121】

又、請求項1～5に係る本発明は、電動モータを、ステアリングシャフト2の周囲に設けた構造に限定するものではない。例えば、図15に示す様に、ラック12と噛合させるピニオン11（図46参照）の周辺部に、電動モータ31を設けた構造とする事もできる。そして、この様な図15に示す構造の場合には、上記ピニオン11又はこのピニオン11に支持した部材の一部に、ウォーム減速機16を構成するウォームホイールを固定する。この様な図15に示した構造の場合には、トルクセンサ3（図46参照）を、ステアリングシャフト2の周囲ではなく、上記ピニオン11の周辺部に設ける事もできる。

【0122】

又、図16に示す様に、ラック12の一部で、ピニオン11との係合部から外れた位置に噛合させたサブピニオン75の周辺部に、電動モータ31を設ける事もできる。この図16に示す構造の場合には、このサブピニオン75に固定したウォームホイールと、ウォーム軸29とを噛合させる。この様な図16に示した構造の場合にも、トルクセンサ3（図46参照）を、上記ピニオン11の周辺部に設ける事ができる。尚、図16に示した構造の場合には、中間シャフト8の中間部に、地面から車輪を介して上記ピニオン11に伝達された振動を、ステアリングホイール1に伝達されるのを防止する為の緩衝装置76を設けている。例えば、この緩衝装置76は、インナーシャフトとアウターシャフトとをテレスコープ状に組み合わせると共に、これら両シャフトの端部周面同士の間弾性材を結合する事により構成する。

この様に、請求項2、3、5に記載したアシスト軸は、ステアリングシャフトと、ピニオンと、このピニオンと離れた位置でラックに噛合するサブピニオンとのうちの何れかの部材等とする事ができる。

【0123】

又、上述した各実施例の場合には、電動モータ31を構成する、コイル45に送る励磁電流の方向を切り換える為のロータ位相検出器を、ブラシ48とコンミテータ46（図2、3参照）とにより構成している。但し、請求項1～5に係る本発明は、この様な構造に限定するものではなく、図17に示す様に、ロータ位相検出器を、回転軸32に固定した永久磁石製のエンコーダ78と、ホールIC77とにより構成して、電動モータ31を、所謂ブラシレス構造とする事もできる。又、図17に示す構造の場合には、ステータ39aを、ケース23の内周面に固定した積層鋼板製のコア82と、このコア82の複数個所に巻回したコイル83、83とにより構成すると共に、ロータ38aを、上記回転軸32の中間部外周面に固定した永久磁石84、84により構成している。又、この様な構造を採用した場合に、上記ステータ39aに送る電流の大きさの増減を制御するベクトル制御装置を設ける事により、このステータ39aの磁力を切り換える事もできる。

【0124】

又、上述した各実施例の場合には、ウォーム減速機を電動式パワーステアリング装置に組み込んだ場合に就いて説明した。但し、請求項1～4に係る本発明のウォーム減速機は、この様な用途に使用するものに限定するものではなく、電動ベッド、電動テーブル、電動椅子、リフター等の各種機械装置に組み込む電動式リニアアクチュエータ等に組み込んだ場合にも、電動モータの回転をこのウォーム減速機で減速してから、回転軸に取り出して、この回転軸の周囲に設けた出力軸を、ボールねじ等を介して伸縮させる。この様な電動式リニアアクチュエータに組み込むウォーム減速機にも、請求項1～4に係る本発明を適用できる。

【0125】

請求項 2～5 による本発明のウォーム減速機及び電動式パワーステアリング装置は、以上に述べた通り構成され作用する為、ウォーム減速機での歯打ち音の発生を抑えるべく、このウォーム減速機を構成するウォーム軸に、弾性部材により別の部材を介して弾力を付与する構造で、この別の部材がこの別の部材の変位を規制する部分に衝合する事による異音の発生を抑える事ができる。

【実施例 5】

【0126】

図 18～24 は、請求項 1、6～10、21 に対応する、本発明の実施例 5 を示している。本実施例の電動式パワーステアリング装置は、後端部にステアリングホイール 1 を固定したステアリングシャフト 2 と、このステアリングシャフト 2 を挿通自在なステアリングコラム 15 と、このステアリングシャフト 2 に補助トルクを付与する為のウォーム減速機 16a と、このステアリングシャフト 2 の前端側に設けたピニオン 11 (図 46 参照) と、このピニオン 11 又はこのピニオン 11 に支持した部材と噛み合わせたラック 12 (図 46 参照) と、トルクセンサ 3 (図 46 参照) と、電動モータ 31 と、制御器 6 (図 46 参照) とを備える。

【0127】

このうちのステアリングシャフト 2 は、アウターシャフト 17 と、インナーシャフト 18 とを、スプライン係合部により、回転力の伝達自在に、且つ軸方向に関する変位を可能に組み合わせて成る。又、本実施例の場合には、上記アウターシャフト 17 の前端部とインナーシャフト 18 の後端部とをスプライン係合させると共に、合成樹脂を介して結合している。従って、上記アウターシャフト 17 とインナーシャフト 18 とは、衝突時にはこの合成樹脂を破断させて、全長を縮める事ができる。

【0128】

又、上記ステアリングシャフト 2 を挿通した筒状のステアリングコラム 15 は、アウターコラム 19 とインナーコラム 20 とをテレスコープ状に組み合わせて成り、軸方向の衝撃が加わった場合に、この衝撃によるエネルギーを吸収しつつ全長が縮まる、所謂コラプシブル構造としている。そして、上記インナーコラム 20 の前端部を、ギヤハウジング 22a を構成する本体部 135 とカバー 136 とのうち、本体部 135 の後端面に結合固定している。このギヤハウジング 22a は、この本体部 135 の前端部に上記カバー 136 を、図示しないボルト等により結合して成る。又、上記インナーシャフト 18 を上記ギヤハウジング 22a の内側に挿通し、このインナーシャフト 18 の前端部を、上記カバー 136 の前端面から突出させている。

【0129】

又、上記ステアリングコラム 15 は、その中間部を支持ブラケット 24 により、ダッシュボードの下面等、車体 26 の一部に支承している。又、この支持ブラケット 24 と車体 26 との間に、図示しない係止部を設けて、この支持ブラケット 24 に前方に向かう方向の衝撃が加わった場合に、この支持ブラケット 24 が上記係止部から外れる様にしている。又、上記ギヤハウジング 22a の上端部も、上記車体 26 の一部に支承している。更に、チルト機構及びテレスコピック機構を設ける事により、前記ステアリングホイール 1 の前後位置及び高さ位置の調節を自在としている。このようなチルト機構及びテレスコピック機構は、従来から周知であり、本実施例の特徴部分でもない為、詳しい説明は省略する。

【0130】

又、上記インナーシャフト 18 を、第一のインナーシャフト 138 と、第二のインナーシャフト 139 とを、トーションバー 140 (図 19、20) により連結する事により構成している。このトーションバー 140 は、この第二のインナーシャフト 139 の内側に挿通しており、このトーションバー 140 の後端部 (図 20 の右端部) を上記第一のインナーシャフト 138 の前端部 (図 20 の左端部) に、このトーションバー 140 の前端部 (図 20 の左端部) を上記第二のインナーシャフト 139 の前端部 (図 20 の左端部) に、それぞれ結合している。前記トルクセンサ 3 は、上記トーションバー 140 の捩れに基づく上記第一、第二の両インナーシャフト 138、139 の相対回転方向と相対回転量と

から、ステアリングホイール 1 からステアリングシャフト 2 に加えられるトルクの方
向と大きさを検出し、検出値を表す信号（検出信号）を、前記制御器 6 に送る。そ
して、この制御器 6 は、この検出信号に応じて、前記電動モータ 31 に駆動の
為の信号を送り、所定の方向に所定の大きさで補助トルクを発生させる。

【0131】

又、上記第二のインナーシャフト 139 の前端部で、上記ギヤハウジング 22a を構成
するカバー 136 の前端面から突出した部分は、自在継手 7 を介して、中間シャフト 8 （
図 18）の後端部に連結している。又、この中間シャフト 8 の前端部に、別の自在継手 7
を介して、ステアリングギヤ 9 の入力軸 10 （図 18）を連結している。前記ピニオン 11
は、この入力軸 10 に結合している。又、前記ラック 12 は、このピニオン 11 に嚙合
させている。尚、地面から車輪を介して中間シャフト 8 に加わった振動が上記ステアリン
グホイール 1 に伝達されるのを防止する為、上記各自在継手 7、7 に振動吸収装置を設
ける事もできる。

【0132】

又、前記ウォーム減速機 16a は、上記第二のインナーシャフト 39 の一部に外嵌固定
自在なウォームホイール 28 と、ウォーム軸 29 と、弾力付与手段 137 とを備える。又
、この弾力付与手段 137 は、振りコイルばね 141 と、予圧パッド 142 とを備える。

【0133】

更に、上記ウォームホイール 28 とウォーム軸 29 とは、前記ギヤハウジング 22a の
内側に設けて、このウォームホイール 28 と、このウォーム軸 29 の中間部に設けたウォ
ーム 27 とを嚙合させている。又、上記電動モータ 31 は、上記ギヤハウジング 22a に
結合固定したケース 23 と、このケース 23 の内周面に設けた、永久磁石製のステータ 3
9 （図 21）と、このケース 23 の内側に設けた回転軸 32 と、この回転軸 32 の中間部
に上記ステータ 39 と対向させる状態で設けたロータ 38 （図 21）とを備える。

【0134】

又、上記ケース 23 を構成する底板部 40 の中心部に設けた凹孔 41 の内周面と、上記
回転軸 32 の基端部外周面との間に、第一の玉軸受 34 を設けて、上記ケース 23 に対し
この回転軸 32 の基端部（図 19、21 の左端部）を、回転自在に支持している。又、上
記ケース 23 の中間部内周縁に設けた隔壁部 42 の内周縁と、上記回転軸 32 の中間部外
周面との間に、第二の玉軸受 35 を設けて、この隔壁部 42 に対しこの回転軸 32 の中間
部を回転自在に支持している。

【0135】

更に、前記ウォーム軸 29 の基端部（図 19、22 の左端部）内周面に設けた雌スプラ
イン部 50 を、前記電動モータ 31 の回転軸 32 の先端部に設けた雄スプライン部 51 と
スプライン係合させて成るスプライン係合部 33 により、上記両軸 29、32 の端部同士
を連結している。この構成により、上記ウォーム軸 29 は、上記回転軸 32 と共に回転す
る。

【0136】

又、前記ギヤハウジング 22a の内側に軸受ホルダ 149 を設けると共に、この軸受ホル
ダ 149 に、上記ウォーム軸 19 を回転自在に支持している。この軸受ホルダ 149 は
、大径筒部 150 と小径筒部 151 とを、円輪部 152 により連結している。そして、こ
の大径筒部 150 の内側に、第三の玉軸受 36 を構成する外輪 57 を内嵌固定している。
又、この外輪 57 の軸方向一端面（図 19、22 の右端面）を上記円輪部 152 の片面（
図 19、22 の左端面）に突き当てると共に、この外輪 57 の軸方向他端面（図 2、5 の
左端面）を、上記大径筒部 150 の内周面に係止した係止リング 154 により抑え付けて
いる。又、上記第三の玉軸受 36 を構成する内輪 52 を、上記ウォーム軸 29 の基端寄り
部分外周面で、軸方向に関して上記スプライン係合部 33 と一致する部分に外嵌固定して
いる。更に、上記内輪 52 の軸方向一端面（図 19、22 の右端面）を、上記ウォーム軸
29 の基端寄り部分外周面に設けた鏝部 53 の側面に突き当てると共に、上記内輪 52 の
軸方向他端面（図 19、22 の左端面）を、上記ウォーム軸 29 の基端部内周面に係止し

た係止リング 15 により抑え付けている。尚、上記第三の玉軸受 36 として、好ましくは、4 点接触型の玉軸受を使用する。

【0137】

更に、本実施例の場合には、上記軸受ホルダ 149 を、上記ギヤハウジング 22a の内側に、揺動変位を自在に支持している。この為に、この軸受ホルダ 149 を構成する小径筒部 151 の一部で前記ウォームホイール 28 側（図 19、22 の上側）の径方向反対側 2 箇所位置に、1 対の第一の通孔 158、158 を形成している。そして、図 23 に示す様に、上記軸受ホルダ 149 の内側に揺動軸 159 を、これら各第一の通孔 158、158 を通じて、上記ウォーム軸 29 を避けつつ挿入すると共に、これら各第一の通孔 158、158 に上記揺動軸 159 の両端寄り部分を、隙間嵌めにより内嵌している。更に、この揺動軸 159 の両端部で、上記各第一の通孔 158、158 から、上記軸受ホルダ 149 の外側に突出させた部分を、上記ギヤハウジング 22a を構成する本体部 135 に設けた凹孔 160 と第二の通孔 161 とに、それぞれ隙間嵌めにより内嵌している。

【0138】

又、上記本体部 135 のうちで上記第二の通孔 161 を設けた部分の外周面に、上記ギヤハウジング 22a のカバー 136 を構成する壁部 162 を重ね合わせて、上記第二の通孔 161 からの上記揺動軸 159 の抜け止めを図っている。この構成により、上記軸受ホルダ 149 は、上記ギヤハウジング 22a に対し、上記揺動軸 159 を中心とする揺動変位を自在に支持される。尚、本実施例の場合と異なり、上記各第一の通孔 158、158 と、上記凹孔 160 及び第二の通孔 161 とのうちの一方に、上記揺動軸 159 の両端寄り部分を締め嵌めにより内嵌固定する事もできる。

【0139】

又、本実施例の場合には、上記ウォーム軸 29 の中心軸 o_1 （図 19、20、22）上から前記ウォームホイール 28 側にずれた位置である、このウォーム軸 29 のウォーム 27 とこのウォームホイール 28 とのピッチ円 P_1 、 P_2 の交点 x （図 19、20、22）を含み、上記ウォーム軸 29 の中心軸 o_1 と平行な直線 L 上の 1 点 Q （図 19、22）を通る、このウォームホイール 28 の中心軸 o_2 （図 19、22）と平行な軸を、上記揺動軸 159 の中心軸としている。

【0140】

一方、上記ウォーム軸 29 の先端部（図 19、22 の右端部）は、上記ギヤハウジング 22a の内側に、第四の玉軸受 37 により、回転自在に支持している。この為に、この第四の玉軸受 37 を構成する外輪 60 を、上記ギヤハウジング 22a の内側に固定した第二軸受ホルダ 164 に固定している。この第二軸受ホルダ 164 は、断面 L 字形で全体を円環状に形成しており、この第二軸受ホルダ 164 の片側（図 19、22 の左側）に設けた筒部 165 の内側に、上記外輪 60 を内嵌固定している。又、上記ウォーム軸 29 の先端寄り部分の外周面で、前記ウォーム 27 から外れた部分に設けた大径部 166 に、弾性材製で略円筒状のブッシュ 167 を緩く外嵌している。そして、このブッシュ 167 の内側を通じて、上記ウォーム軸 29 の先端部を、このブッシュ 167 の軸方向一端面（図 19、22 の右端面）から突出させている。又、このブッシュ 167 の軸方向中間部に、上記第四の玉軸受 37 を構成する内輪 65 を外嵌固定している。又、この内輪 65 の軸方向一端面（図 19、22 の左端面）を、上記ブッシュ 167 の軸方向他端部（図 19、22 の左端部）に設けた外向鏢部 169 の内側面に突き当てる事により、上記内輪 65 の軸方向の位置決めを図っている。そして、上記ブッシュ 167 の内周面と上記大径部 166 の外周面との間に微小隙間を設ける事により、このブッシュ 167 に対する上記ウォーム軸 29 の所定の範囲での傾き（径方向の変位）を可能としている。

【0141】

又、上記第二軸受ホルダ 164 の他端面（図 19、22 の右端面）と上記ギヤハウジング 22a に設けた凹孔 72 の底面との間に、前記弾力付与手段 137 を構成する予圧パッド 142 を設けており、この予圧パッド 142 の一部に、上記ウォーム軸 29 の先端部に設けた小径部 171 をがたつきなく挿入している。この予圧パッド 142 は、図 24 に詳

示る様に、固体材料を混入した合成樹脂を射出成形する等により、円筒の外周面の径方向反対側 2 個所の片側部分を除去した如き形状に造っている。又、上記予圧パッド 142 の外周面の径方向反対側 2 個所位置に、平面部 172、172 と腕部 173、173 とを、それぞれウォームホイール 28 側（図 24 の上側）の半部と、このウォームホイール 28 と反対側（図 24 の下側）の端部とに設けている。そして、上記予圧パッド 142 の中心部に軸方向に貫通する状態で形成した通孔 174 に、上記ウォーム軸 29 の小径部 171 を挿入している。この通孔 174 の内周面は、この小径部 171 を支持する滑り軸受としての機能を有する。又、この通孔 174 の両端部内周面を、開口端に向かう程直径が大きくなったテーパ面としている。この様な予圧パッド 142 は、上記ギヤハウジング 22a に設けた凹孔 72 の内側に、所定の範囲での変位を可能に支持している。

【0142】

又、上記予圧パッド 142 の周囲に、前記振りコイルばね 141 を設けている。そして、この振りコイルばね 141 の両端部で、径方向反対側 2 個所位置に設けた 1 対の係止部 175、175 を、前記第二軸受ホルダ 164 の他端面で径方向反対側 2 個所位置に軸方向に突出する状態で設けた 1 対の係止突部 176、176 の片側に係止している。又、これら各係止突部 176、176 の先端部を、上記凹孔 72 の底面の 2 個所位置に設けた図示しない孔部に内嵌している。この構成により、前記ギヤハウジング 22a に対する上記各係止突部 176、176 の位置が規制される。そして、上記予圧パッド 142 の外周面よりコイルばね 141 の内周縁を弾性的に押し付ける事により、上記ウォーム軸 29 の先端部に、上記予圧パッド 142 を介して、前記ウォームホイール 28 に向かう方向の弾力を付与している。

【0143】

即ち、上記予圧パッド 142 に設けた通孔 174 に上記ウォーム軸 29 の先端部を挿入する以前の状態で、この通孔 174 の中心軸は、上記第二軸受ホルダ 164 の中心軸に対し、片側（図 19、20、22、24 の上側）に片寄っている。この為、上記予圧パッド 142 に設けた通孔 174 の内側に上記ウォーム軸 29 の先端部を挿入すると、この予圧パッド 142 に設けた第一部分円筒面部 177 により、上記振りコイルばね 141 の直径が弾性的に押し広げられる。そして、この振りコイルばね 141 が巻き戻る（直径を縮める）方向に弾性復帰する傾向となり、この振りコイルばね 141 から上記ウォーム軸 29 の先端部に、上記ウォームホイール 28 に向かう方向の弾力が付与される。この構成により、このウォームホイール 28 を外嵌固定した前記第二のインナーシャフト 139 と上記ウォーム軸 29 との、中心軸同士の間の距離は弾性的に縮まる。この結果、上記ウォーム軸 29 のウォーム 27 と上記ウォームホイール 28 との歯面同士が、予圧を付与された状態で当接する。

【0144】

又、本実施例の場合には、上記予圧パッド 142 の外周面のうち、上記ウォームホイール 28 側に設けた第二部分円筒面部 178 の曲率半径を、上記第一部分円筒面部 177 の曲率半径よりも小さくしている。又、上記予圧パッド 142 の周囲に上記振りコイルばね 141 を設けた状態で、この振りコイルばね 141 を構成する各 1 巻きずつの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面との間（線間）に、軸方向の隙間を設けている。

【0145】

一方、上記ウォーム軸 29 と前記第三の玉軸受 36 及び軸受ホルダ 149 とを、前記ギヤハウジング 22a の内側に組み付けるのには、先ず、このウォーム軸 29 の基端部の周囲に、上記第三の玉軸受 36 及び軸受ホルダ 149 を組み付ける。次いで、これらウォーム軸 29 と第三の玉軸受 36 と軸受ホルダ 149 とを、上記ギヤハウジング 22a の内側に配置する。そして、この軸受ホルダ 149 に設けた各第一の通孔 158、158 と、このギヤハウジング 22a を構成する本体部 135 の一部で互いに対向する 2 個所位置に設けた凹孔 160 及び第二の通孔 161 とを整合させた状態で、これら各第一、第二の通孔

158、161 及び凹孔 160 に、前記揺動軸 159 を挿通支持する。又、上記本体部 135 のうちこの第二の通孔 161 を設けた部分に、上記ギヤハウジング 22a のカバー 136 を構成する壁部 162 を重ね合わせた状態で、上記本体部 135 とこのカバー 136 とを、図示しないボルト等により結合する。

【0146】

上述の様に、本実施例のウォーム減速機とこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合には、振りコイルばね 141 と予圧パッド 142 とから成る弾力付与手段 137 により、ウォーム軸 29 の先端部に、ウォームホイール 28 に向かう方向の弾力を付与している。この為、安価な構造で、これらウォームホイール 28 とウォーム軸 29 のウォーム 27 との嚙合部に予圧を付与する事ができ、この嚙合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。しかも、本実施例の場合には、上記ウォーム軸 29 の揺動中心軸となる、揺動軸 159 を、このウォーム軸 29 の中心軸 o_1 上から上記ウォームホイール 28 側にずれた位置に、このウォームホイール 28 の中心軸 o_2 と平行に設けている。この為、上記ウォーム軸 29 からこのウォームホイール 28 に、電動モータ 31 の駆動力を伝達する際に、このウォームホイール 28 からこのウォーム軸 29 にこのウォーム軸 29 の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づいてこのウォーム軸 29 に発生するモーメントを小さく若しくは 0 にできる。従って、上記ウォームホイール 28 から上記ウォーム軸 29 に加わる径方向の反力が、上記モーメントの影響により変動するのを抑える事ができる。従って、ステアリングホイール 1 を回転させるのに要する力やこのステアリングホイール 1 の戻り性能の、両回転方向での差を抑える事ができる。

【0147】

特に、本実施例の場合には、上記ウォーム軸 29 の中心軸 o_1 上から上記ウォームホイール 28 側にずれた位置である、このウォーム軸 29 のウォーム 27 とこのウォームホイール 28 とのピッチ円 P_1 、 P_2 の交点 x を含み、このウォーム軸 29 の中心軸 o_1 と平行な直線 L 上の 1 点 Q を通る、このウォームホイール 28 の中心軸 o_2 と平行な軸を、上記揺動軸 159 の中心軸としている。この為、上記ウォームホイール 28 から上記ウォーム軸 29 に、このウォーム軸 29 の軸方向に反力が加わるのにも拘らず、この軸方向の反力に基づきこのウォーム軸 29 にモーメントが発生する事をなくす (0 にする) 事ができる。従って、上記ステアリングホイール 1 を回転させるのに要する力やこのステアリングホイール 1 の戻り性能の、両回転方向での差をなくす事ができる。

【0148】

又、本実施例の場合には、第三の玉軸受 36 を支持した軸受ホルダ 149 をギヤハウジング 22a に対し、揺動変位可能に支持している。この為、この第三の玉軸受 36 として、外輪の一部に揺動軸を固設したものでない、従来から一般的に使用しているものを使用しつつ、この第三の玉軸受 36 を上記ギヤハウジング 22a に対し揺動変位を可能に支持でき、コストの上昇を抑える事ができる。

【0149】

更に、本実施例の場合には、上記ウォーム軸 29 の軸方向に関して、このウォーム軸 29 の両端部を支持する第三、第四の玉軸受 36、37 のうち、電動モータ 31 側の第三の玉軸受 36 と、上記ウォーム軸 29 のウォーム 27 とウォームホイール 28 との嚙合部との間に上記揺動軸 159 を設けている。この為、このウォーム軸 29 の電動モータ 31 側の基端部の揺動変位量を少なくしつつ、上記嚙合部に大きな予圧を付与する事ができ、この嚙合部での耳障りな歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。尚、本実施例の場合と異なり、揺動軸を、上記嚙合部に関して電動モータ 31 と反対側に設けた場合には、上記ウォーム軸 29 の基端部の揺動変位が大きくなる。

【0150】

又、上記嚙合部に関して、上記揺動軸 159 と反対側に前記弾力付与手段 137 を設けている。この為、この弾力付与手段 137 を構成する振りコイルばね 141 の弾性変形量を大きくでき、上記ウォーム軸 29 に付与する弾力の大きさを調節し易くできる。

【0151】

又、本実施例の場合には、上記予圧パッド142が合成樹脂製である為、上記ウォーム軸29の先端部を、この予圧パッド142に設けた通孔174の内側に挿入し易くできる。又、上記振りコイルばね141を構成する各1巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面とが軸方向に接触している場合には、この接触部で摩擦が生じる事が、上記振りコイルばね141により上記ウォーム軸29に付与する弾力が不適切に変化する原因となる。これに対して、本実施例の場合には、上記各1巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素との表面同士の間軸方向の隙間を設けている為、上記ウォーム軸29に所定の弾力を、より安定して付与できる。

【実施例6】

【0152】

図25～26は、請求項1、6～12、21に対応する、本発明の実施例6を示している。本実施例の場合には、ギヤハウジング22aに対し軸受ホルダ149を揺動変位を自在に支持する為の揺動軸159の両端寄り部分外周面と、この軸受ホルダ149に設けた各第一の通孔158、158の内周面との間に弾性リング179、179を、それぞれ設けている。これら各弾性リング179、179は、それぞれが金属製である内径側円筒部180と外径側円筒部181とを、弾性材であるゴム製の連結部182、182により、互いに同心に連結している。即ち、これら各連結部182、182を、上記両円筒部180、181に加硫接着して、これら両円筒部180、181同士を連結している。又、これら各連結部182、182は、これら両円筒部180、181の間部分の径方向反対側2箇所位置に互いに離隔した状態で設けている。具体的には、この間部分のうちのウォームホイール28（図19、20、22参照）側と反対側との端部の2箇所位置（図25、26の上下方向両端部の2箇所位置）に上記各連結部182、182を設けており、これら各連結部182、182を設けた部分と位相が90度異なる、ウォーム軸29の軸方向に関して両端部（図19の表裏方向両端部、図20の左右方向両端部）を、空間部183、183としている。この構成により、上記揺動軸159の径方向に関する上記各弾性リング179、179の剛性が、円周方向で異なる。又、上記ウォーム軸29の軸方向に関する、これら各弾性リング179、179の剛性が低くなる。

【0153】

この様な本実施例のウォーム減速機によれば、ウォーム軸29の回転トルクを徒に増大させる事なく、このウォーム軸29のウォーム27とウォームホイール28との噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。即ち、このウォーム軸29をギヤハウジング22aに対し軸方向に対する変位を不能として支持している場合には、上記ウォームホイール28に回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸29が回転運動し易くなる。又、このウォーム軸29には慣性モーメントが大きい電動モータ31の回転軸32（図19、21、22参照）を連結している為、上記ウォームホイール28の回転振動に基づき、このウォーム軸29のウォーム27と上記ウォームホイール28との歯面同士の間で伝達される力が大きくなる。従って、この力が加わった場合でもこれら両歯面同士が離れない様に弾力を大きくする必要があるが、この弾力が過大になった場合には、このウォーム軸29の回転トルクを徒に増大させる事となる。これに対して、本実施例の場合には、軸受ホルダ149と揺動軸159との間に、一部が弾性材製である弾性リング179、179を設けている。この為、上記ウォームホイール28に回転振動が入力された場合に、上記ウォーム軸29を軸方向に変位し易くでき、このウォーム軸29を回転運動しにくくできる。この為、上記各歯面同士の間で伝達される力を小さくできる。この結果、このウォーム軸29の回転トルクを徒に増大させる事なく、これら各歯面同士が離れる事を防止でき、上記噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。更に、これら両歯面同士の衝合に基づく振動を、上記ギヤハウジング22aに伝達しにくくでき、この振動に基づく異音の発生を抑える事ができる。

【0154】

又、本実施例の場合には、上記各弾性リング179、179の剛性を円周方向で異なら

せると共に、ウォーム軸 29 の軸方向に関する各弾性リング 179、179 の剛性を低くしている。この為、これら各弾性リング 179、179 全体の必要とする剛性を確保しつつ、ギヤハウジング 22a に対し上記ウォーム軸 29 を軸方向に変位し易くできる。従って、このウォーム軸 29 の回転トルクが増大するのを、より効果的に抑える事ができる。

その他の構成及び作用に就いては、上述の図 18～24 に示した実施例 5 の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例 7】

【0155】

図 27 は、やはり請求項 1、6～12、21 に対応する、本発明の実施例 7 を示している。本実施例の場合には、上述の図 25～26 に示した実施例 6 で使用した弾性リング 179、179 を、ギヤハウジング 22a に設けた凹孔 160 及び第二の通孔 161 の内周面と、揺動軸 159 の両端部外周面との間に設けている。その他の構成及び作用に就いては、上述した実施例 6 と同様である。尚、上述の図 25～27 に示した実施例 6、7 の構成で、弾性リング 179 の連結部 182 を構成する弾性材として、ゴム以外のエラストマー、合成樹脂等を使用する事もできる。又、弾性リング 179 の全体を、合成樹脂等の弾性材製とする事もできる。

【実施例 8】

【0156】

図 28～29 は、請求項 1、6～9、13、15～17、21 に対応する、本発明の実施例 8 を示している。本実施例の場合には、前述の図 18～24 に示した実施例 5 の構成で、弾力付与手段であるコイルばね 186 を、電動モータ 31 の回転軸 32 と、ウォーム軸 29 との間に設けている。即ち、本実施例の場合には、この回転軸 32 の一端面（図 28 の右端面）に凹部 184 を設けると共に、この凹部 184 の底面と、上記ウォーム軸 29 の基端面（図 28 の左端面）に設けたスプライン孔 185 の底面との間に、上記コイルばね 186 を設けている。そして、このコイルばね 186 により、上記ウォーム軸 29 に上記回転軸 32 から離れる方向の弾力を付与している。又、本実施例の場合も、上述した実施例 5～7 の場合と同様に、上記ウォーム軸 29 の揺動中心となる揺動軸 159 を、このウォーム軸 29 の中心軸 o_1 上からウォームホイール 28 側（図 28 の上側）にずれた位置に設けている。この構成により、このウォーム軸 29 は、上記揺動軸 159 を中心として、このウォームホイール 28 側に弾性的に揺動変位する。

【0157】

又、本実施例の場合には、上記ウォーム軸 29 の先端部外周面を、段付でない単なる円筒面とすると共に、この先端部を、ギヤハウジング 22a に設けた凹孔 72 の内側に配置している。そして、この凹孔 72 の内周面と上記ウォーム軸 29 の先端部外周面との間に、請求項 16、17 に記載した第二の弾性リングに相当する、弾性リング 187 と、第四の玉軸受 37 とを設けている。このうちの第四の玉軸受 37 は、内輪 65 を上記ウォーム軸 29 の先端部に外嵌固定する事により、この先端部の周囲に設けている。

【0158】

又、上記弾性リング 187 は、図 29 に詳示する様に、それぞれが金属製である内径側円筒部 188 と外径側円筒部 189 とを、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の連結部 190、190 により、互いに同心に結合している。又、これら各連結部 190、190 は、上記両円筒部 188、189 の間部分の径方向反対側 2 箇所位置に互いに離隔した状態で設けている。具体的には、この間部分のうちの上記ウォーム軸 29 の揺動変位方向（図 29 の上下方向）に関して位相が 90 度異なる方向（図 29 の左右方向）の両端部 2 箇所位置にのみ、上記各連結部 190、190 を設けている。この構成により、上記弾性リング 187 の剛性が、上記ウォーム軸 29 の揺動変位方向に関するもので低くなり、この揺動変位方向と 90 度異なる方向に関するもので高くなる。

【0159】

又、本実施例の場合には、上記各内径側、外径側円筒部 188、189 の間部分で、上記ウォーム軸 29 の揺動変位方向の両端部に位置する、上記外径側円筒部 189 の内周面

の2箇所位置に、図18の如きエラストマー等の弾性材製の断面部分円弧形のストッパ部191、191を設けている。又、これら各ストッパ部191、191の内周面と、上記内径側円筒部188の外周面との間に、微小隙間を設けている。これら各ストッパ部191、191は、上記ウォーム軸29が過度に揺動変位する傾向となった場合に、上記内径側円筒部188の外周面と当接する事により、このウォーム軸29の過度の揺動変位を防止する。この様な弾性リング187は、前記第四の玉軸受37を構成する外輪60に、上記内径側円筒部188を外嵌固定すると共に、前記ギヤハウジング22aに設けた凹孔72に上記外径側円筒部189を内嵌固定する事で、上記ウォーム軸29とギヤハウジング22aとの間に設けている。

【0160】

上述の様に構成する本実施例の場合には、電動モータ31の回転軸32の一端面と、ウォーム軸29の基端面との間にコイルばね186を設けている為、このウォーム軸29の基端部に係止した係止リング155を介して、第三の玉軸受36に、上記コイルばね186の弾力に基づく予圧を付与できる。この為、異音の発生を抑えつつ、上記第三の玉軸受36として、軸方向隙間が比較的大きい、深溝型の玉軸受を使用でき、コストの低減を図れる。

【0161】

又、本実施例の場合には、上記ウォーム軸29の先端部を支持する第四の玉軸受37とギヤハウジング22aとの間に弾性リング187を設ける事により、このギヤハウジング22aに対する上記ウォーム軸29の揺動変位を可能としている。この為、このウォーム軸29のウォーム27とウォームホイール28との噛合部での歯打ち音の発生抑制効果を損なう事なく、このウォーム軸29の先端部と上記第四の玉軸受37とが衝合する事による異音の発生を防止できる。

【0162】

又、本実施例の場合には、上記第四の玉軸受37とギヤハウジング22aとの間に設けた弾性リング187の剛性を、上記ウォーム軸29の揺動変位方向に関するもので低くすると共に、この揺動変位方向と90度位相が異なる方向に関するもので高くしている。この為、上記ウォーム軸29が意図しない方向に変位する事を防止しつつ、上記ウォームホイール28側へのこのウォーム軸29の揺動変位をより行ない易くして、上記噛合部での歯打ち音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

【0163】

又、本実施例の場合には、上記弾性リング187に、上記ウォーム軸29の揺動変位を規制する為のストッパ部191、191を設けている為、このウォーム軸29が過度に揺動変位するのを防止できる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図18～24に示した実施例5の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例9】

【0164】

図30は、請求項1、6～9、14～17、21に対応する、本発明の実施例9を示している。本実施例の場合には、上述の図28～29に示した実施例8の構造で、弾力付与手段であるコイルばね186を、軸受ホルダ149とギヤハウジング22aとの間に設けている。即ち、本実施例の場合には、このギヤハウジング22aの内面と、上記軸受ホルダ149を構成する大径筒部150の外周面に設けた凹孔192の底部との間に、上記コイルばね186を設けている。そして、このコイルばね186により、上記ウォーム軸29の基端部に径方向の弾力を付与している。又、このコイルばね186は、このウォーム軸29の軸方向に関して、このウォーム軸29の揺動中心となる揺動軸159よりも、このウォーム軸29の基端側にずれた位置に設けている。この構成により、このウォーム軸29は、上記揺動軸159を中心として、上記ウォームホイール28側に弾性的に揺動変位する。

【0165】

この様な本実施例の場合には、上記ウォーム軸 29 と電動モータ 31 の回転軸 32 とを連結して成る部分の全長を大きくする事なく、上記啮合部に予圧を付与できる。

その他の構成及び作用に就いては、上述の図 28～29 に示した実施例 8 の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例 10】

【0166】

図 31 は、請求項 1、6～9、13、15、21 に対応する、本発明の実施例 10 を示している。本実施例の場合には、前述の図 28～29 に示した実施例 8 の構造で、ウォーム軸 29 の両端部を支持する為の第三、第四の両玉軸受 36、37 を、軸受ホルダ 149a により支持している。この為、本実施例の場合には、上記軸受ホルダ 149a を構成する小径筒部 151a の全長を大きくすると共に、この小径筒部 151a の軸方向中間部で円周方向一部に通孔 193 を形成している。そして、上記軸受ホルダ 149a の内側に上記ウォーム軸 29 を設けると共に、このウォーム軸 29 の基端部外周面及び上記軸受ホルダ 149a を構成する大径筒部 150 の内周面の間と、このウォーム軸 29 の先端部外周面及び上記小径筒部 151a の先端部内周面の間とに、それぞれ第三、第四の各玉軸受 36、37 を設けている。又、上記小径筒部 151a の先端部外周面と、ギヤハウジング 22a に設けた凹孔 72 の内周面との間に、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の弾性リング 194 (請求項 15 に記載した弾性材に相当する。) を設けている。更に、上記ウォーム軸 29 のウォーム 27 の一部で、上記小径筒部 151a に設けた通孔 193 からこの小径筒部 151a 外に露出した部分を、ウォームホイール 28 と啮合させている。

【0167】

この様な本実施例の場合には、前述の図 28～29 に示した実施例 8 の場合と同様に、上記ウォーム軸 29 のウォーム 27 とウォームホイール 28 との啮合部での歯打ち音の発生抑制効果を損なう事なく、このウォーム軸 29 の先端部と第四の玉軸受 37 とが衝合する事による異音の発生を防止でき、更に、このウォーム軸 29 の過度の揺動変位を防止できる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図 28～29 に示した実施例 8 の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例 11】

【0168】

図 32 は、やはり請求項 1、6～9、13、15、21 に対応する、本発明の実施例 11 を示している。本実施例の場合には、上述の図 31 に示した実施例 10 の構造で、ギヤハウジング 22a の一部で、ウォーム軸 29 の先端面と対向する部分に、このギヤハウジング 22a の内外両面を貫通する貫通孔 195 を形成している。又、この貫通孔 195 に、ゴムの如きエラストマー、合成樹脂等の弾性材により造った、有底円筒状のキャップ 196 を内嵌固定している。そして、このキャップ 196 を構成する筒部 197 の先端部内周面に設けた突部 198 に、軸受ホルダ 149a を構成する小径筒部 151a の先端部を内嵌支持している。本実施例の場合、上記キャップ 196 が請求項 15 に記載した弾性材に相当する。

その他の構成及び作用に就いては、上述の図 31 に示した実施例 10 の場合と同様である為、重複する説明は省略する。

【実施例 12】

【0169】

図 33～34 は、請求項 1、6～9、13、15～17、21 に対応する、本発明の実施例 12 を示している。本実施例の場合には、前述の図 31 に示した実施例 10 の構造で、軸受ホルダ 149a の小径筒部 151a の先端開口を塞ぐ板部 199 を設けると共に、この板部 199 の先端面中心部に軸方向に突出する軸部 200 を設けている。そして、この軸部 200 の外周面と、ギヤハウジング 22a に設けた凹孔 72 の内周面との間に、請求項 16 に記載した第二の弾性リングに相当する、弾性リング 201 を設けている。この弾性リング 201 は、図 34 に詳示する様に、それぞれが金属製である外径側円筒部 20

2と内径側円筒部203とを、ゴムの如きエラストマー等の弾性材製の連結部204により互いに同心に連結している。又、この外径側円筒部202の軸方向片半部（図33の左半部）を、上記内径側円筒部203の軸方向一端面（図33の左端面）よりも軸方向に突出させて、上記外径側円筒部202の全長をこの内径側円筒部203の全長よりも大きくしている。又、上記連結部204の軸方向一端面（図33の左端面）の外周縁部に軸方向に突出した突部205を設けると共に、この突部205を、上記外径側円筒部202の軸方向片半部内周面に結合している。

【0170】

更に、上記連結部204の一部で、ウォーム軸29の揺動変位方向（図16、17の上下方向）両端部に位置する、径方向反対側2箇所位置に、軸方向に貫通する通孔206、206を設けている。この構成により、上記弾性リング201の剛性は、上記ウォーム軸29の揺動変位方向に関するもので低くなると共に、この揺動変位方向と90度位相が異なる方向に関するもので高くなる。このような弾性リング201は、上記ギヤハウジング22aに設けた凹孔72に上記外径側円筒部202を内嵌固定すると共に、上記軸受ホルダ149aの先端面に設けた軸部200に上記内径側円筒部203を外嵌固定する事で、上記ギヤハウジング22aとこの軸部200との間に設けている。又、上記連結部204に設けた突部205の内周面に、上記軸受ホルダ149aを構成する小径筒部151aの先端部外周面を、微小隙間を介して対向させている。本実施例の場合、この突部205が、ウォーム軸29の揺動変位を規制する為のストッパ部に相当する。

【0171】

このような本実施例の場合には、弾性リング201の剛性が低い部分と、ウォーム軸29の過度の揺動変位を防止するストッパ部としての機能を果たす突部205とを、上記弾性リング201の軸方向にずらせている。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図31に示した実施例10の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例13】

【0172】

図35は、請求項1、6～9、14、15、21に対応する、本発明の実施例13を示している。本実施例の場合には、前述の図30に示した実施例9の構造と、前述の図31に示した実施例10の構造とを組み合わせた如き構造を有する。即ち、本実施例の場合には、図31に示した実施例10の構造で、第三の玉軸受36と第四の玉軸受37（図31参照）とを支持する、軸受ホルダ149aを構成する大径筒部150の外周面と、ギヤハウジング22aの内面との間に、コイルばね186を、この軸受ホルダ149aの径方向に設けている。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図30に示した実施例9及び図31に示した実施例10の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【実施例14】

【0173】

次に、図36～37は、請求項1、6～9、15、18、21に対応する、本発明の実施例14を示している。本実施例の場合には、前述の図31に示した実施例10の構造で、電動モータ31の回転軸32aの一端部（図36の右端部）と、ウォーム軸29aの基端部（図36の左端部）とを、弾性材製の結合リング207を介して、互いの相対回転を阻止した状態で連結している。この結合リング207は、図37に詳示する様に、ゴムの如きエラストマー等の弾性材により、円筒状に造っており、円周方向等間隔複数箇所（図示の例の場合は8箇所）に、軸方向に貫通する断面略三角形の通孔208、208を形成している。

【0174】

又、上記ウォーム軸29aの基端面（図36の左端面）の外径寄り部分と、上記回転軸32aの一端面（図36の右端面）の外径寄り部分との円周方向複数箇所（図示の例の場合

合には4個所)で、上記結合リング207に設けた一つ置きに通孔208、208に整合する位置に、それぞれ軸方向に突出する突部209a、209bを設けている。これら各突部209a、209bは、上記結合リング207に設けた各通孔208、208に、それぞれがたつきなく内嵌自在としている。そして、上記ウォーム軸29aに設けた各突部209a、209aと、上記回転軸32aに設けた各突部209b、209bとを、上記結合リング207の軸方向両側から上記各通孔208、208に、円周方向に関して交互にがたつきなく内嵌する事により、上記ウォーム軸29aと回転軸49aとを、上記結合リング207を介して連結している。又、本実施例の場合には、上記ウォーム軸29aの基端面中心部に設けた凹孔210の底面と、上記回転軸32aの一端面中心部との間にコイルばね186を設けて、上記ウォーム軸29aに、この回転軸32aから離れる方向の弾力を付与している。

【0175】

この様な本実施例の場合には、上記ウォーム軸29aと回転軸32aとを、結合リング207を介して連結している。この為、これら回転軸32aとウォーム軸29aとの間で、回転振動を伝達しにくくできる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図31に示した実施例10の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0176】

尚、図示は省略するが、本実施例の場合と異なり、上記結合リング207に設けた各通孔208、208の形成位置に、これら各通孔208、208の代わりに、それぞれ複数ずつの第一、第二の凹部を、円周方向に交互に設ける事もできる。この場合には、これら各第一、第二の凹部の底部を、上記結合リング207の軸方向に関して反対側とする。そして、ウォーム軸29aの基端面に設けた各突部209a、209aと、上記回転軸32aの一端面に設けた各突部209b、209bとを、上記各第一、第二の凹部にそれぞれ内嵌する事により、上記ウォーム軸29aと回転軸32aとを上記結合リング207を介して連結する。

【0177】

又、請求項19に対応する構成として、上述した実施例5～14に於いて、ウォーム軸29、29aの両端寄り部分を回転自在に支持する第三、第四の玉軸受36、37のうちの少なくとも一方の玉軸受36(又は37)を支持する軸受ホルダ149、149aと、ギヤハウジング22aとの間にグリースを充填する事もできる。この様な構成を採用した場合には、上記ウォーム軸29、29aとウォームホイール28との間で駆動力を伝達する際に、このウォームホイール28からこのウォーム軸29、29aに加わる反力に基づいて、このウォーム軸29、29aがこのウォームホイール28から離れる傾向となった場合に、上記軸受ホルダ149、149aを揺動変位しにくくできる。しかも、上記駆動力が大きくなり、上記反力が大きくなると、上記ウォーム軸29、29aが上記ウォームホイール28から離れる速度が大きくなる傾向となるが、この場合には、グリースの粘性抵抗も大きくなる。この為、上記軸受ホルダ149、149aの揺動変位を抑える事ができ、上記ウォーム軸29、29aのウォーム20とウォームホイール28との歯面同士が離れる事を防止し易くできる。

【0178】

又、請求項20に対応する構成として、上述した実施例5～14に於いて、ウォーム軸29、29aの両端寄り部分を回転自在に支持する第三、第四の玉軸受36、37のうちの少なくとも一方の玉軸受36(又は37)を支持する軸受ホルダ149、149aを、マグネシウム合金製とする事もできる。この様な構成を採用した場合には、上記ウォーム軸29、29aのウォーム20とウォームホイール28との歯面同士の衝合によりこのウォーム軸29、29aに発生する振動を、上記軸受ホルダ149、149aで吸収し易くできる為、ギヤハウジング22aに迄この振動を伝達しにくくできる。

【0179】

又、上述した実施例5～14の場合には、ピニオン軸10(図5、46参照)の端部に
出証特2004-3084338

固定したピニオン 1 とラック 10 (図 46 参照) とを直接噛合させているが、請求項 6 ~ 21 に係る本発明はこの様な構造に限定するものではない。例えば、ピニオン軸の下端部に設けたピンを、このピニオン軸と別体に設けたピニオンギヤの長孔内に、この長孔の長さ方向の変位を自在として係合させると共に、このピニオンギヤとラックとを噛合させて、車速に応じてステアリングシャフトの回転角度に対するラックの変位量の比を変化させる、所謂車速応動可変ギヤレシオ機構 (VGS) を組み込んだ構造と、上述した実施例 5 ~ 14 の構造とを組み合わせる事もできる。

【0180】

又、請求項 6 ~ 21 に係る本発明は、電動モータ 31 を、ステアリングシャフト 2 の周囲に設ける構造に限定するものでもない。例えば、図 38 に示す様に、ラック 12 と噛合させるピニオン 11 (図 5、46 参照) の周辺部に、電動モータ 31 を設ける事もできる。そして、この様な図 38 に示す構造の場合には、上記ピニオン 11 又はこのピニオン 11 に支持した部材の一部に、ウォーム減速機 16a を構成するウォームホイールを固定する。この様な図 38 に示した構造の場合には、トルクセンサ 3 (図 46 参照) を、ステアリングシャフト 2 の周囲ではなく、上記ピニオン 11 の周辺部に設ける事もできる。この様な図 38 に示した構造でも、請求項 6 ~ 21 に係る本発明を実施する事ができる。

【0181】

更に、図 39 に示す様に、ラック 12 の一部で、ピニオン 11 との係合部から外れた位置に噛合させたサブピニオン 211 の周辺部に、電動モータ 31 を設ける事もできる。この図 39 に示す構造の場合には、このサブピニオン 211 に固定したウォームホイールと、ウォーム軸 29 (29a) とを噛合させる。この様な図 39 に示した構造の場合にも、トルクセンサ 3 (図 46 参照) を、上記ピニオン 11 の周辺部に設ける事ができる。尚、図 39 に示した構造の場合には、中間シャフト 8 の中間部に、地面から車輪を介して上記ピニオン 11 に伝達された振動を、ステアリングホイール 1 に伝達されるのを防止する為の緩衝装置 212 を設けている。例えば、この緩衝装置 212 は、インナーシャフトとアウターシャフトとをテレスコープ状に組み合わせると共に、これら両シャフトの端部周面同士の間弾性材を結合する事により構成する。この様な図 39 に示した構造でも、請求項 6 ~ 21 に係る本発明を実施する事ができる。

【実施例 15】

【0182】

次に、図 40 ~ 45 は、請求項 22、24 ~ 27 に対応する、本発明の実施例 15 を示している。本実施例の電動式パワーステアリング装置は、後端部にステアリングホイール 1 (図 1、46 等参照) を固定した、請求項 22、27 に記載したアシスト軸である、ステアリングシャフト 2 (図 1、46 等参照) と、このステアリングシャフト 2 を挿通自在なステアリングコラム 15 (図 1、46 等参照) と、このステアリングシャフト 2 に補助トルクを付与する為のウォーム減速機 16b と、このステアリングシャフト 2 の前端側に設けたピニオン 11 (図 46 参照) と、このピニオン 11 又はこのピニオン 11 に支持した部材と噛合させたラック 12 (図 46 参照) と、トルクセンサ 3 (図 46 参照) と、電動モータ 31 と、制御器 6 (図 46 参照) とを備える。

【0183】

上記ウォーム減速機 16b は、上記ステアリングシャフト 2 を構成するインナーシャフト 18 (図 1 等参照) の一部に外嵌固定自在なウォームホイール 28 と、ウォーム軸 29 と、振りコイルばね 30a と、予圧パッド 213a とを備える。

【0184】

又、上記トルクセンサ 3 は、上記ステアリングシャフト 2 の中間部の周囲に設けて、上記ステアリングホイール 1 からこのステアリングシャフト 2 に加えられるトルクの方角と大きさを検出し、検出値を表す信号 (検出信号) を、上記制御器 6 に送る。そして、この制御器 6 は、この検出信号に応じて、上記電動モータ 31 に駆動の為の信号を送り、所定の方角に所定の大きさで補助トルクを発生させる。

【0185】

又、上記ウォームホイール 28 とウォーム軸 29 とは、ギヤハウジング 22 の内側に設けて、このウォームホイール 28 と、このウォーム軸 29 の中間部に設けたウォーム 27 とを噛み合せている。又、このウォーム軸 29 の基端部（図 40 の左端部）内周面に設けた雌スプライン部 50 と、上記電動モータ 31 を構成する回転軸 32 の先端部に設けた雄スプライン部 51 とをスプライン係合させて成るスプライン係合部 33 により、上記両軸 29、32 の端部同士を連結している。この構成により、上記ウォーム軸 29 は、上記回転軸 32 と共に回転する。

【0186】

又、上記ギヤハウジング 22 の内側に上記ウォーム軸 29 の基端部を、請求項 22 に記載した第一の軸受である、第三の玉軸受 36 により回転自在に支持している。又、この第三の玉軸受 36 を構成する内輪 52 を、上記ウォーム軸 29 の基端寄り部分外周面で、軸方向に関して上記スプライン係合部 33 と一致する部分に外嵌している。そして、このスプライン係合部 33 の軸方向中央位置と上記第三の玉軸受 36 との軸方向中央位置とを、ほぼ一致させている。又、上記内輪 52 の内周面と上記ウォーム軸 29 の外周面との間に微小隙間を設ける事により、上記第三の玉軸受 36 に対する上記ウォーム軸 29 の所定の範囲での傾きを可能としている。又、上記内輪 52 の軸方向両端面と、上記ウォーム軸 29 の基端寄り部分外周面に設けた鍔部 53 の側面及びこのウォーム軸 29 の基端部に設けた雄ねじ部 54 に螺合固定したナット 55 の外周面に設けた鍔部 214 の側面との間に、それぞれ弾性リング 215、215 を設けている。そして、上記各鍔部 53、214 の側面同士の間で上記内輪 52 を、弾性的に挟持している。この構成により、上記第三の玉軸受 36 に対して上記ウォーム軸 29 が、軸方向に関する所定の範囲での弾性的変位を可能に支持される。尚、好ましくは、上記第三の玉軸受 36 として、4 点接触型の玉軸受を使用する。

【0187】

一方、上記ギヤハウジング 22 の内側に上記ウォーム軸 29 の先端部（図 40、41 の右端部）を、請求項 22、24、25 に記載した第二の軸受である、第四の玉軸受 37 により回転自在に支持している。この為、本実施例の場合には、上記ギヤハウジング 22 に設けた凹孔 72 に、請求項 22～26 に記載した緩衝部材である、軸受ホルダ 216 を内嵌固定している。この軸受ホルダ 216 は、図 41～45 に詳示する様に、それぞれが合成樹脂製である 1 対の軸受ホルダ素子 217、217 を一体に組み合わせて成るもので、大径円筒部 218 と小径円筒部 219 とを、互いに同心に連結して成る。このうちの大径円筒部 218 の内周面の直径方向反対側 2 箇所位置には、互いに平行な 1 対の平面部 234、234（図 43）を設けている。又、この大径円筒部 218 の、上記小径円筒部 219 と反対側の端部（図 40、41 の左端部、図 44 の奥端部）の内周面で、上記各平面部 234、234、と 90 度位相が異なる位置に、1 対の内向鍔部 220a、220b を、それぞれ内径側に突出する状態で形成している。そして、これら内向鍔部 220a、220b の内側面と上記小径円筒部 219 の内側面（図 40、41 の左側面）との間隔を、上記第四の玉軸受 37 を構成する外輪 60 の軸方向寸法とほぼ同じにしている。又、上記大径円筒部 218 の内周面で各平面部 234、234 から外れた部分の内径を、この外輪 60 の外径よりも少し大きくしている。一方、上記各平面部 234、234 同士の間隔 d_{234} は、この外輪 60 の外径とほぼ同じにしている。この構成により、上記大径円筒部 218 にこの外輪 60 を内嵌支持した状態で、この外輪 60 の軸方向の変位が阻止される一方、この外輪 60 の径方向で、上記各平面部 234、234 に沿った方向のみの（外輪 60 の外周面が大径円筒部 218 の内周面に突き当たる迄の）所定の範囲での変位が可能となる。即ち上記外輪 60 の図 43、44 の左右方向の変位は阻止される、更に、上記大径円筒部 218 の外周面の軸方向中間部には係止溝 221 を、全周に互い形成している。このような軸受ホルダ 216 は、この軸受ホルダ 216 を中心軸を含む仮想平面により 2 分割する事により得られる如き形状を有する、上記 1 対の軸受ホルダ素子 217、217 の円周方向両端面同士を突き合わせて成る。

【0188】

更に、上記小径円筒部 219 を構成する為の、上記各軸受ホルダ素子 217、217 に設けた半円筒部 223、223 の円周方向中央部に、上記各平面部 234、234 と平行な平板部 233、233 をそれぞれ設けている。そして、これら各平板部 233、233 の中間部に、径方向に貫通する切り欠き 222a、222b (図 42、44、45) を、それぞれの一端が上記各平板部 233、233 の端面に開口する状態で形成している。上記各切り欠き 222a、222b は、後述する振りコイルばね 30a の両端部を係止する為のもので、図 45 (a) (b) に詳示する様に、互いに異なる形状を有する。即ち、これら各切り欠き 222a、222b は、上記各平板部 233、233 の先端面から奥端迄の長さが互いに異なっている。又、これら各切り欠き 222a、222b の奥端に、これら各切り欠き 222a、222b 同士で同方向に折れ曲がった折れ曲がり部 235、235 を設けている。上記各軸受ホルダ素子 217、217 を組み合わせて上記軸受ホルダ 216 を構成した状態で、上記各切り欠き 222a、222b は、この軸受ホルダ 216 のほぼ径方向反対側 2 箇所位置に存在する。

【0189】

そして、図 43 に示す様に、上記第四の玉軸受 37 を組み立てた状態で、この第四の玉軸受 37 を構成する外輪 60 の軸方向両側面と外周面との総ての部分、上記軸受ホルダ 216 の大径円筒部 218 と内向鏑部 220a、220b と小径円筒部 219 (図 41) とにより覆う様に、上記 1 対の軸受ホルダ素子 217、217 の円周方向両端面同士を突き合わせて、上記軸受ホルダ 216 としている。そして、この状態で、上記係止溝 221 に、ゴムの如きエラストマー等から成る弾性リング 224 を係止している。又、上記第四の玉軸受 37 を構成する内輪 65 の内径側に、ウォーム軸 29 の軸方向の滑りを許容する為のブッシュ 225 を内嵌している。

【0190】

又、上記軸受ホルダ 216 を構成する小径円筒部 219 の内側に予圧パッド 213a を配置している。この予圧パッド 213a は、図 43 に詳示する様に、固体潤滑剤を混入した合成樹脂を射出成形する等により略円筒状に造っており、この予圧パッド 213a の両端部外周面に係止突部 230、230 を、それぞれ全周に互い外径側に突出する状態で形成している。又、この予圧パッド 213a の中心部に、軸方向に貫通する状態で設けた通孔 231 の内側に、ウォーム軸 29 の先端寄り部分に設けた小径部 68 を、がたつきなく挿入自在としている。この通孔 231 の内周面は、この小径部 68 を支持する滑り軸受としての機能を有する。又、この通孔 231 のうち、上記ウォーム軸 29 の基端側端部内周面に、開口端に向かう程直径が大きくなったテーパ面 232 を設けている。

【0191】

そして、上記予圧パッド 213a の周囲に、請求項 1、22、27 に記載した弾性体である、上記振りコイルばね 30a の本体部分 (コイル部分) を外嵌した状態で、この予圧パッド 213a を、上記軸受ホルダ 216 を構成する小径円筒部 219 の内側に配置している。又、この小径円筒部 219 の内周面で各平板部 233、233 に対向する部分同士の間隔 d_{233} を、上記予圧パッド 213a に設けた各係止突部 230、230 の外径よりも僅かに大きくしている。この状態で、この予圧パッド 213a は、この小径円筒部 219 の内側で、上記各係止突部 230、230 の外周縁がこの小径円筒部 219 の内周面に突き当たる迄の変位が可能となっている。更に、上記振りコイルばね 30a の両端部で、径方向反対側 2 箇所位置に、外径側に折り曲げる状態で設けた 1 対の係止部 73a、73a を、上記小径円筒部 219 を構成する平板部 233、233 に形成した 1 対の切り欠き 222a、222b に係止している。又、上記振りコイルばね 30a をこれら各切り欠き 222a、222b に係止した状態で、この振りコイルばね 30a の本体部分の中心位置を、上記各軸受ホルダ素子 217、217 の円周方向一端側 (図 40～44 の上端側) に片寄らせている。尚、上記各切り欠き 222a、222b に設けた折れ曲がり部 235、235 は、上記各係止部 73a、73b がこれら各切り欠き 222a、222b から脱落するのを防止する機能を有する。

【0192】

そして、この様にして上記軸受ホルダ 216 と前記第四の玉軸受 37 と上記予圧パッド 213a と振りコイルばね 30a とを組み合わせた状態で、この軸受ホルダ 216 を、前記ギヤハウジング 22 に設けた凹孔 72 (図 40、41) に内嵌固定している。即ち、この凹孔 72 を構成する開口端側の大径円筒部 226 に、上記軸受ホルダ 216 の大径円筒部 218 を内嵌固定すると共に、この凹孔 72 の大径円筒部 226 の内周面と上記係止溝 221 の底面との間で上記弾性リング 224 を、弾性的に圧縮している。又、上記凹孔 72 を構成する底面側の小径円筒部 227 の内周面と、上記軸受ホルダ 216 の小径円筒部 219 の外周面との間に、略円環状の隙間 228 を形成している。この状態で、上記第四の玉軸受 37 の外周面及び軸方向両側面の一部は、上記軸受ホルダ 216 により覆われて、この軸受ホルダ 216 に対する上記第四の玉軸受 37 の軸方向の変位が阻止されると共に、この軸受ホルダ 216 に対するこの第四の玉軸受 37 の径方向で、各平面部 234、234 に沿う所定の範囲での変位が許容される。

【0193】

又、この様にして、ギヤハウジング 22 に、軸受ホルダ 216 を介して支持した第四の玉軸受 37 に内嵌したブッシュ 225 の内側には、上記ウォーム軸 29 の先端寄り部分に設けた大径部 63 を緩く挿通している。そして、このブッシュ 225 に対するこの大径部 63 の軸方向の変位を可能としている。これと共に、上記予圧パッド 213a に設けた通孔 231 に、上記ウォーム軸 29 の先端部に設けた小径部 68 を、がたつきなく挿入している。この構成により、このウォーム軸 29 の先端部には、上記振りコイルばね 30a からこの予圧パッド 213a を介して、ウォームホイール 28 に向かう方向の弾力が付与される。即ち、この予圧パッド 213a に設けた通孔 231 に上記ウォーム軸 29 の先端部を挿入する以前の状態で、この通孔 231 の中心軸は、上記軸受ホルダ 216 及び凹孔 72 の中心軸に対し、片側 (図 40~42 の上側) に片寄っている。そして、この通孔 231 の内側に上記ウォーム軸 29 の先端部を挿入する事に伴って、上記振りコイルばね 30a の直径が、上記予圧パッド 213a の外周面により、弾性的に押し広げられる。そして、この振りコイルばね 30a が巻き戻る (直径を縮める) 方向に弾性復帰する傾向となる事で、この振りコイルばね 30a から上記ウォーム軸 29 の先端部に、上記予圧パッド 213a を介して、上記ウォームホイール 28 に向かう方向の弾力が付与される。この構成により、このウォームホイール 28 を外嵌固定した前記インナーシャフト 18 と、上記ウォーム軸 29 との、中心軸同士の間隔は弾性的に縮まる。この結果、上記ウォーム軸 29 のウォーム 27 と上記ウォームホイール 28 との歯面同士が、予圧を付与された状態で当接する。

【0194】

又、本実施例の場合には、上記軸受ホルダ 216 を構成する上記各軸受ホルダ素子 217、217 の円周方向両端の突き合わせ面の面方向 (図 40、41 の紙面と平行な面方向) を、上記ウォーム軸 29 に振りコイルばね 30a により弾力を付与する方向と一致させている。尚、本実施例の場合と異なり、上記各軸受ホルダ素子 217、217 の円周方向両端面同士を突き当てず、これら両端面同士の間に隙間が形成される様にしても良い。又、この様に構成する場合、この隙間部分を通る仮想平面を、上記弾力を付与する方向と一致させる事が好ましい。

【0195】

上述の様に、本実施例のウォーム減速機とこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合には、振りコイルばね 30a により、ウォーム軸 29 の先端部に、予圧パッド 213a を介してウォームホイール 28 に向かう方向の弾力を付与している。この為、安価な構造で、これらウォームホイール 28 とウォーム軸 29 のウォーム 27 との噛合部に予圧を付与する事ができ、この噛合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。しかも、本実施例の場合には、ウォームホイール 28 からウォーム軸 29 に加わる軸方向の力に拘らず、上記噛合部に付与する予圧を、限られた狭い範囲に安定して維持し易くできる。この為、この噛合部での歯打ち音の発生を、有効に抑える事ができる。

【0196】

即ち、本実施例の場合には、上記ウォーム軸 29 に弾力を付与する為の予圧パッド 213a、及びこのウォーム軸 29 の先端部を支持する為の第四の玉軸受 37 に対する、このウォーム軸 29 の軸方向の変位を許容している。この為、電動モータ 31 の駆動時にウォームホイール 28 からこのウォーム軸 29 に軸方向の大きな反力が加わる場合でも、この反力により上記予圧パッド 213a 及び第四の玉軸受 37 が、別の部材に、このウォーム軸 29 の軸方向に強く押し付けられる事がない。従って、振りコイルばね 30a により上記予圧パッド 213a を介してこのウォーム軸 29 に弾力を付与する事により、上記ウォームホイール 28 とウォーム軸 29 のウォーム 27 との嚙合部に付与する予圧が、上記反力の影響により大きく変動する事を防止できる。この結果、この予圧を、限られた狭い範囲に長期間に亙り安定して維持し易くでき、上記嚙合部での歯打ち音の発生を、有効に抑える事ができる。

【0197】

又、上記第四の玉軸受 37 の変位を規制する軸受ホルダ 216 を合成樹脂製としている為、これら第四の玉軸受 37 と軸受ホルダ 216 との間に作用する摩擦力を小さくして、この第四の玉軸受 37 を径方向に変位し易くできる。この為、上記嚙合部での歯打ち音の発生を、より有効に抑える事ができる。又、この第四の玉軸受 37 の外周面及び軸方向両側面の一部を、上記軸受ホルダ 216 により覆って、この軸受ホルダ 216 に対する上記第四の玉軸受 37 の軸方向の変位を規制している。この為、上記ウォーム軸 29 をこの第四の玉軸受 37 に軸方向に押し付ける事なく、この第四の玉軸受 37 のがたつきを抑え易くできる。

【0198】

又、本実施例の場合には、上記軸受ホルダ 216 に対するこの第四の玉軸受 37 の軸方向の変位を阻止すると共に、この軸受ホルダ 216 に対するこの第四の玉軸受 37 の径方向の所定の変位を許容している。この為、上記ウォーム軸 29 と第四の玉軸受 37 とが軸方向に相対変位しつつ、このウォーム軸 29 が揺動変位する場合での、このウォーム軸 29 の外周面と上記第四の玉軸受 37 の内輪 65 の内周面との間での滑り摩擦を小さくし易くでき、この揺動変位を円滑に行ない易くできる。この結果、全体での摩擦損失を小さくして、上記嚙合部に適正な予圧を付与し易くできる。

【0199】

更に、本実施例の場合には、上記軸受ホルダ 216 とギヤハウジング 22 との間に、弾性リング 224 を設けている為、このギヤハウジング 22 に対するこの軸受ホルダ 216 のがたつきを抑え易くできる。この為、各部の寸法管理を容易に行なえると共に、上記嚙合部での嚙み合いを適正な状態に維持し易くできる。更に、上記ギヤハウジング 22 に上記軸受ホルダ 216 を組み付ける際に、このギヤハウジング 22 の凹孔 72 の内周面とこの軸受ホルダ 216 の係止溝 221 の底面との間で上記弾性リング 224 を弾性的に圧縮する事ができる。この為、上記軸受ホルダ 216 の組み付け作業を、上記凹孔 72 内からのこの軸受ホルダ 216 の脱落を防止しつつ行なう事ができ、この軸受ホルダ 216 の組み付け作業を容易に行なえる。

【0200】

又、本実施例の場合には、上記軸受ホルダ 216 を、この軸受ホルダ 216 の中心軸を含む仮想平面により 2 分割する事により得られる如き形状を有する 1 対の軸受ホルダ素子 217、217 から成るものとしている。この為、この軸受ホルダ 216 を得る為の、各軸受ホルダ素子 217、217 の成形作業の容易化を図れると共に、この軸受ホルダ 216 の内側に第四の玉軸受 37 を組み付ける作業をより容易に行なえる。更に、上記各軸受ホルダ素子 217、217 の円周方向両端の突き合わせ面の面方向を、ウォーム軸 29 に振りコイルばね 30a により弾力を付与する方向と一致させている。この為、このウォーム軸 29 が揺動変位する場合に、第四の玉軸受 37 の径方向の変位が上記軸受ホルダ 216 により妨げられにくくなり、このウォーム軸 29 の揺動変位をより行ない易くできる。

【0201】

更に、本実施例の場合には、上記予圧パッド 213a の軸方向両端部外周面に、外径側

出証特 2004-3084338

に突出する係止突部 230、230 を設けている。この為、この予圧パッド 213 の外周面から振りコイルばね 30a が脱落する事を防止できると共に、この予圧パッド 213 の軸方向に関するこの振りコイルばね 30a の変位を規制できる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図 1～9 に示した実施例 1 の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明並びに図示は省略する。

【0202】

尚、本実施例の場合と異なり、請求項 23 に対応する構成として、上記軸受ホルダ 216 を、別体の部材である軸受ホルダ素子 217、217 を突き合わせる事により構成するのではなく、単一の部材により構成すると共に、この単一の部材の円周方向の一部に軸方向全長に亘る切り欠きを設けたものとする事もできる。この様に構成した場合には、上記軸受ホルダ 216 の直径を弾性的に大きく広げる事ができ、この軸受ホルダ 216 の内側に第四の玉軸受 37 を、この第四の玉軸受 37 の軸方向の変位を規制する様に組み付ける作業を容易に行なえる。又、上記軸受ホルダ 216 により、この軸受ホルダ 216 の周囲に設ける部品の寸法誤差及び組み付け誤差を吸収し易くできる。又、周囲の温度が変化した場合でも、この軸受ホルダ 216 に設けた切り欠き部分で寸法変化を吸収して、この軸受ホルダ 216 の切り欠き以外での寸法変化を抑える事もできる。

【0203】

又、請求項 25 に対応する構成として、上記軸受ホルダ 216 と第四の玉軸受 37 との間に弾性部材を設ける事もできる。この様に構成した場合には、この軸受ホルダ 216 に対する上記第四の玉軸受 37 のがたつきを抑え易くできる。この為、各部の寸法管理を容易に行なえると共に、上記噛合部での噛み合いを適正な状態に維持し易くできる。更に、上記軸受ホルダ 216 に上記第四の玉軸受 37 を組み付ける作業を、この軸受ホルダ 216 とこの第四の玉軸受 37 との間で上記弾性部材を圧縮させつつ行なえる。この為、上記作業の際に、この軸受ホルダ 216 内からのこの第四の玉軸受 37 の脱落を防止でき、この第四の玉軸受 37 の組み付け作業を容易に行なえる。

【0204】

尚、上述した実施例 15 の場合には、ピニオン軸 10 (図 1、44 参照) の端部に固定したピニオン 11 とラック 12 (図 44 参照) とを直接噛合させた場合に就いて説明した。但し、請求項 22～28 に係る本発明はこの様な構造に限定するものではない。例えば、ピニオン軸の下端部に設けたピンを、このピニオン軸と別体に設けたピニオンギヤの長孔内に、この長孔の長さ方向の変位を自在として係合させると共に、このピニオンギヤとラックとを噛合させ、車速に応じてステアリングシャフトの回転角度に対するラックの変位量の比を変化させる、所謂車速応動可変ギヤレシオ機構 (VGS) を組み込んだ構造と、本実施例の構造とを組み合わせる事もできる。

【0205】

又、請求項 22～28 に係る本発明は、電動モータを、ステアリングシャフト 2 の周囲に設ける構造に限定するものでもない。例えば、前述の図 15 に示す様に、ラック 12 と噛合させるピニオン 11 (図 44 参照) の周辺部に、電動モータ 31 を設けた構造で、請求項 22～28 に係る本発明を実施する事もできる。この様な図 15 に示した構造の場合には、上記ピニオン 11 又はこのピニオン 11 に支持した部材の一部に、ウォーム減速機 16 を構成するウォームホイールを固定する。この様な図 15 に示した構造の場合には、トルクセンサ 3 (図 44 参照) を、ステアリングシャフト 2 の周囲ではなく、上記ピニオン 11 の周辺部に設ける事もできる。

【0206】

又、前述の図 16 に示した様に、ラック 12 の一部で、ピニオン 11 との係合部から外れた位置に噛合させたサブピニオン 75 の周辺部に、電動モータ 31 を設けた構造で、請求項 22～28 に係る本発明を実施する事もできる。この図 16 に示した構造の場合には、このサブピニオン 75 に固定したウォームホイールと、ウォーム軸 29 とを噛合させる。この様な図 16 に示した構造の場合にも、トルクセンサ 3 (図 44 参照) を、上記ピニオン 11 の周辺部に設ける事ができる。尚、図 44 に示した構造の場合には、中間シャフ

ト 8 の中間部に、上面から車輪を介して上記ピニオン 11 に伝達された振動を、ステアリングホイール 1 に伝達されるのを防止する為の緩衝装置 76 を設けている。例えば、この緩衝装置 76 は、インナーシャフトとアウターシャフトとをテレスコープ状に組み合わせると共に、これら両シャフトの端部周面同士の間に弾性材を結合する事により構成する。

この様に、請求項 22、28 に記載したアシスト軸は、ステアリングシャフトと、ピニオンと、このピニオンと離れた位置でラックに噛合するサブピニオンとのうちの何れかの部材等とする事ができる。

【0207】

又、請求項 22～28 に係る本発明は、電動モータ 31 を構成する、コイル 45 に送る励磁電流の方向を切り換える為のロータ位相検出器を、ブラシ 48 とコンミテータ 46 (図 2、3 参照) とにより構成した場合に限定するものではない。例えば、前述の図 17 に示した様に、ロータ位相検出器を、回転軸 32 に固定した永久磁石製のエンコーダ 78 と、ホール IC 77 とにより構成して、電動モータ 31 を、所謂ブラシレス構造とする事もできる。又、前述の図 17 に示した構造の場合には、ステータ 39a を、ケース 23 の内周面に固定した積層鋼板製のコア 82 と、このコア 82 の複数個所に巻回したコイル 83、83 とにより構成すると共に、ロータ 38a を、上記回転軸 32 の中間部外周面に固定した永久磁石 84、84 により構成している。又、この様な構造を採用した場合に、上記ステータ 39a に送る電流の大きさの増減を制御するベクトル制御装置を設ける事により、このステータ 39a の磁力を切り換える事もできる。

【0208】

更に、上述した実施例 15 の場合には、ウォーム減速機を電動式パワーステアリング装置に組み込んだ場合に就いて説明した。但し、請求項 22～27 に係る本発明のウォーム減速機は、この様な用途に使用するものに限定するものではなく、電動ベッド、電動テーブル、電動椅子、リフター等の各種機械装置に組み込む電動式リニアアクチュエータ等に組み込んで使用する事もできる。例えば、ウォーム減速機をこの電動式リニアアクチュエータに組み込んだ場合には、電動モータの出力をこのウォーム減速機で減速してから、回転軸に取り出して、この回転軸の周囲に設けた出力軸を、ボールねじ等を介して伸縮させる。この様な電動式リニアアクチュエータに組み込むウォーム減速機にも、請求項 22～27 に係る本発明を適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0209】

【図 1】 本発明の実施例 1 を、一部を切断して示す図。

【図 2】 一部を省略して示す、図 1 の A-A 断面図。

【図 3】 図 2 の左半部の拡大断面図。

【図 4】 同じく右半部の拡大断面図。

【図 5】 図 4 の右半部の拡大断面図。

【図 6】 図 5 の B-B 断面図。

【図 7】 予圧パッドとウォーム軸とを組み合わせたものを取り出して、このウォーム軸の先端側から見た図。

【図 8】 ホルダと予圧パッドと振りコイルばねとを組み合わせたものを取り出して図 5 の右方から見た状態で示す斜視図。

【図 9】 図 8 の分解斜視図。

【図 10】 本発明の実施例 2 を示す、図 7 と同様の図。

【図 11】 同実施例 3 で使用する予圧パッドを示す図。

【図 12】 同じくホルダと予圧パッドと振りコイルばねとを分離した状態で示す斜視図。

【図 13】 本発明の実施例 4 を示す、図 6 と同様の図。

【図 14】 同実施例 4 で使用する、ホルダと予圧パッドと振りコイルばねとを組み合わせたものを取り出して示す図。

【図 15】電動モータ及びウォーム減速機をピニオンの周辺部に設けた構造の 1 例を示す図。

【図 16】電動モータ及びウォーム減速機をサブピニオンの周辺部に設けた構造の 1 例を示す図。

【図 17】ブラシレス構造の電動モータの 1 例を示す、図 3 と同様の図。

【図 18】本発明の実施例 5 を、一部を切断して示す図。

【図 19】図 18 の C-C 部分の部分切断面図。

【図 20】図 19 の D-D 断面図。

【図 21】電動モータの断面図。

【図 22】図 19 の部分拡大図。

【図 23】図 22 の E-E 断面図。

【図 24】同 F-F 断面図。

【図 25】本発明の実施例 6 を示す、図 23 と同様の図。

【図 26】図 25 の G-G 断面図。

【図 27】本発明の実施例 7 を示す、図 25 と同様の図。

【図 28】同実施例 8 を示す、図 22 と同様の図。

【図 29】図 28 の H-H 断面図。

【図 30】本発明の実施例 9 を示す、図 19 の I 部に相当する拡大断面図。

【図 31】同実施例 10 を示す、図 22 と同様の図。

【図 32】同実施例 11 を示す、図 31 の J 部に相当する拡大断面図。

【図 33】同実施例 12 を示す、図 32 と同様の図。

【図 34】弾性リングのみを取り出して示す、図 33 の K-K 断面図。

【図 35】本発明の実施例 13 を示す、図 31 の L 部に相当する拡大断面図。

【図 36】同実施例 14 を示す、図 35 と同様の図。

【図 37】図 36 の M-M 断面図。

【図 38】電動モータをピニオンの周辺部に設けた構造の 1 例を示す図。

【図 39】電動モータをサブピニオンの周辺部に設けた構造の 1 例を示す図。

【図 40】本発明の実施例 15 を示す、図 1 の A-A 断面に相当する図。

【図 41】図 40 の N 部拡大断面図。

【図 42】図 41 の O-O 断面図。

【図 43】図 41 の P-P 断面図。

【図 44】軸受ホルダ素子と第四の玉軸受と弾性リングとを組み合わせる直前の状態を示す斜視図。

【図 45】(a) は図 42 の Q-Q 断面を、(b) は図 42 の R-R 断面を、それぞれ示す図。

【図 46】本発明の対象となる電動式パワーステアリング装置の全体構造を示す略図。

【図 47】電動モータの所定方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向を説明する為の、(a) は略断面図、(b) は (a) の S-S 断面図。

【図 48】電動モータの上記所定方向とは逆方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向を説明する為の、(a) は略断面図、(b) は (a) の T-T 断面図。

【図 49】電動モータの両方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる 2 方向の反力を示す、図 47 (b) と同様の図。

【図 50】ウォーム減速機の従来構造の 1 例を示す断面図。

【図 51】図 50 の U-U 断面図。

【図 52】ウォーム軸とウォームホイールとの間で駆動力を伝達する際に、これら両部材に加わる力の分力を示す略斜視図。

【図 53】電動モータの所定方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に

加わる反力の方向を説明する為の略断面図。

【図54】電動モータの上記所定方向とは逆方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向を説明する為の略断面図。

【図55】ウォーム減速機の従来構造の別例を示す断面図。

【図56】図55のV-V断面図。

【符号の説明】

【0210】

- 1 ステアリングホイール
- 2 ステアリングシャフト
- 3 トルクセンサ
- 4 減速機
- 5 電動モータ
- 6 制御器
- 7 自在継手
- 8 中間シャフト
- 9 ステアリングギヤ
- 10 入力軸
- 11 ピニオン
- 12 ラック
- 13 タイロッド
- 14 操舵輪
- 15 ステアリングコラム
- 16、16a、16b ウォーム減速機
- 17 アウターシャフト
- 18 インナーシャフト
- 19 アウターコラム
- 20 インナーコラム
- 22、22a ギヤハウジング
- 23 ケース
- 24 支持ブラケット
- 26 車体
- 27 ウォーム
- 28 ウォームホイール
- 29、29a ウォーム軸
- 30、30a 振りコイルばね
- 31 電動モータ
- 32、32a 回転軸
- 33 スプライン係合部
- 34 第一の玉軸受
- 35 第二の玉軸受
- 36 第三の玉軸受
- 37 第四の玉軸受
- 38、38a ロータ
- 39、39a ステータ
- 40 底板部
- 41 凹孔
- 42 隔壁部
- 43 コア
- 44 スロット
- 45 コイル

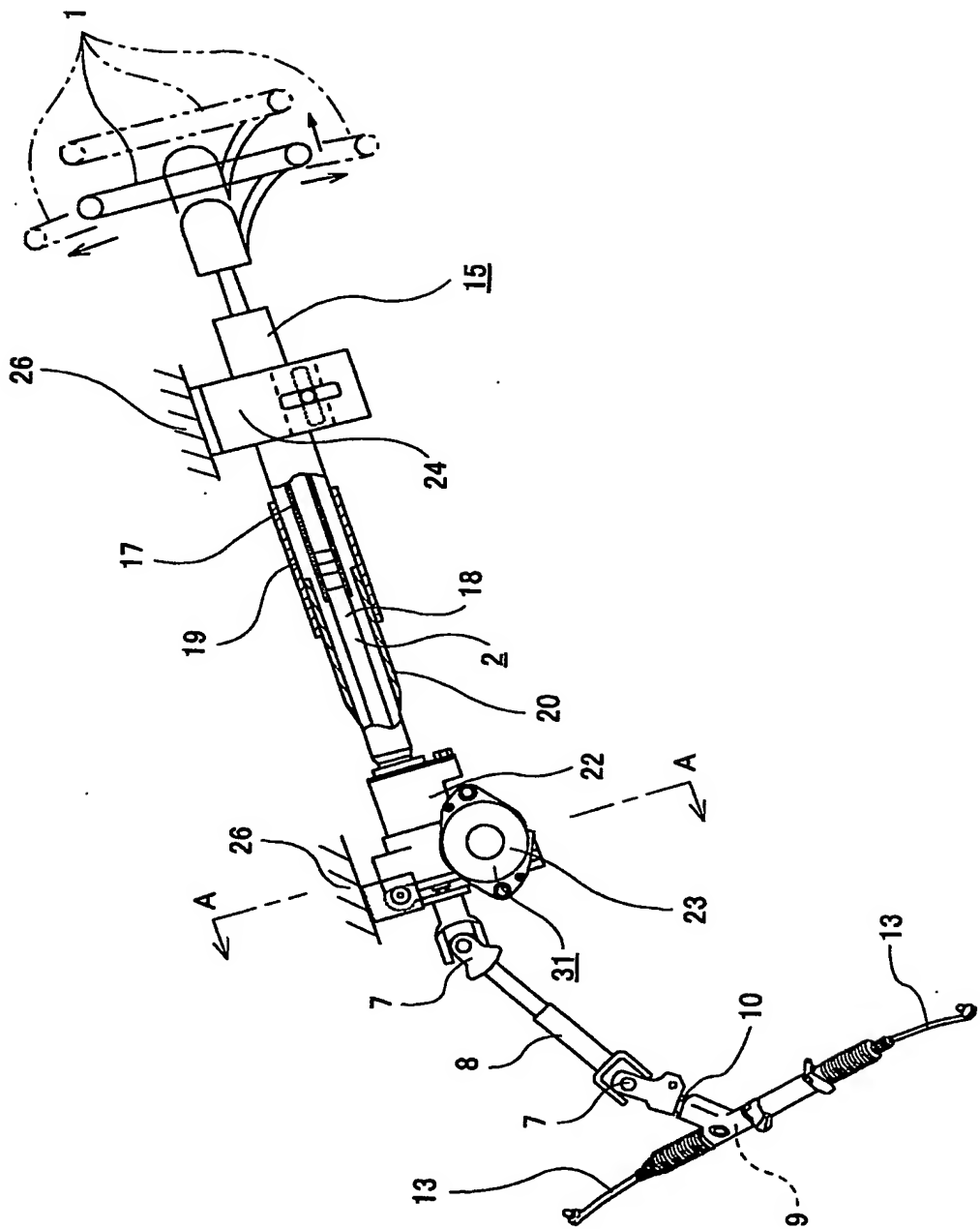
- 46 コンタ
- 47 プラシホルダ
- 48 プラシ
- 49 ばね
- 50 雌スプライン部
- 51 雄スプライン部
- 52 内輪
- 53 鍔部
- 54 雄ねじ部
- 55 ナット
- 56 皿ばね
- 57 外輪
- 58 段部
- 59 支持孔
- 60 外輪
- 61 ホルダ
- 62 大径部
- 63 大径部
- 64 プッシュ
- 65 内輪
- 67 外向鍔部
- 68 小径部
- 70、70a 予圧パッド
- 71、71a 通孔
- 72 凹孔
- 73、73a 係止部
- 75 サブピニオン
- 76 緩衝装置
- 77 ホール I C
- 78 エンコーダ
- 79 内輪
- 80 外輪
- 81 玉
- 82 コア
- 83 コイル
- 84 永久磁石
- 85 転がり軸受
- 86 外輪軌道
- 87 内輪軌道
- 88 係止リング
- 89 テーパ面
- 90 不連続部
- 91 平面部
- 92 腕部
- 93a、93b テーパ面
- 94、94a 接触部
- 95 凹部
- 96 通孔
- 97 第一の突部
- 98 第二の突部

- 99 部分円筒面部
- 100 第一の係止突部
- 101 第二の係止突部
- 104、104a 第一部分円筒面部
- 105、105a 第二部分円筒面部
- 106、106a 突部
- 107、107a 第三部分円筒面部
- 108、108a 係止突部
- 109 テーパ面
- 110a、110b 素子
- 111 凹部
- 112a、112b 平面部
- 113 ステアリングシャフト
- 114 電動モータ
- 115 ウォーム減速機
- 116 ウォームホイール
- 117 ウォーム軸
- 118 ウォーム
- 119 ギヤハウジング
- 120a、120b 転がり軸受
- 121 回転軸
- 122 凹孔
- 123 弾力付与手段
- 124 内径側円筒部
- 125 外径側円筒部
- 126 円輪部
- 127 内輪
- 128 ねじ孔
- 129 ねじ環
- 130 外輪
- 131 押付体
- 132 ばね
- 133 側壁面
- 134 案内部材
- 135 本体部
- 136 カバー
- 137 弾力付与手段
- 138 第一のインナーシャフト
- 139 第二のインナーシャフト
- 140 トーションバー
- 141 振りコイルばね
- 142 予圧パッド
- 149、149a 軸受ホルダ
- 150 大径筒部
- 151、151a 小径筒部
- 152 円輪部
- 154 係止リング
- 155 係止リング
- 158 第一の通孔
- 159 揺動軸

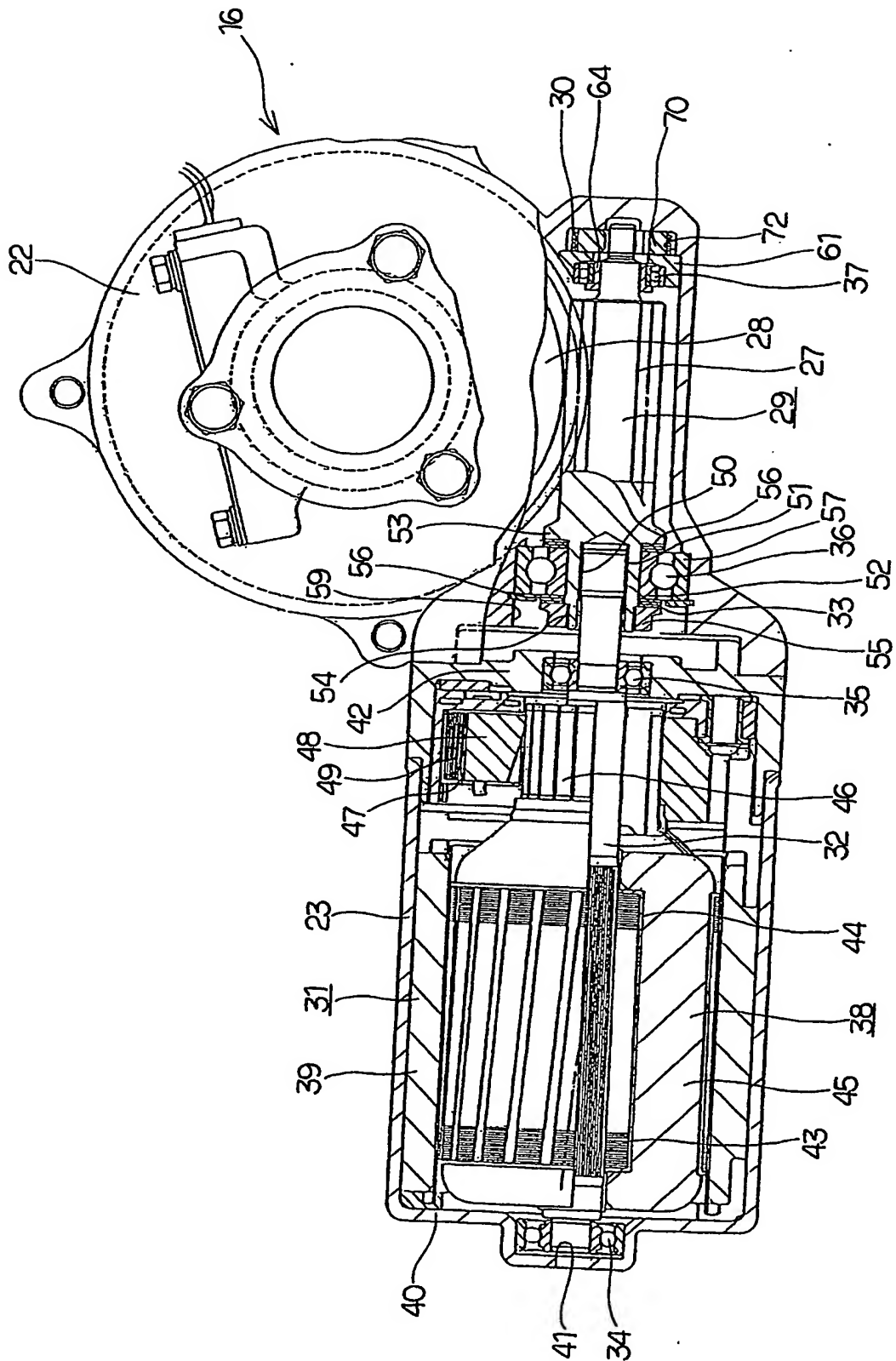
160	凹孔
161	第二の通孔
162	壁部
164	第二軸受ホルダ
165	筒部
166	大径部
167	ブッシュ
169	外向鏝部
171	小径部
172	平面部
173	腕部
174	通孔
175	係止部
176	係止突部
177	第一部分円筒面部
178	第二部分円筒面部
179	弾性リング
180	内径側円筒部
181	外径側円筒部
182	連結部
183	空間部
184	凹部
185	スプライン孔
186	コイルばね
187	弾性リング
188	内径側円筒部
189	外径側円筒部
190	連結部
191	ストッパ部
192	凹孔
193	通孔
194	弾性リング
195	貫通孔
196	キャップ
197	筒部
198	突部
199	板部
200	軸部
201	弾性リング
202	外径側円筒部
203	内径側円筒部
204	連結部
205	突部
206	通孔
207	結合リング
208	通孔
209 a、209 b	突部
210	凹孔
211	サブピニオン
212	緩衝装置

- 2 1 3、2 1 3 a 予圧パッド
- 2 1 4 鋳部
- 2 1 5 弾性リング
- 2 1 6 軸受ホルダ
- 2 1 7 軸受ホルダ素子
- 2 1 8 大径円筒部
- 2 1 9 小径円筒部
- 2 2 0 内向鋳部
- 2 2 1 係止溝
- 2 2 2 切り欠き
- 2 2 3 半円筒部
- 2 2 4 弾性リング
- 2 2 5 ブッシュ
- 2 2 6 大径円筒部
- 2 2 7 小径円筒部
- 2 2 8 隙間
- 2 2 9 支持軸
- 2 3 0 係止突部
- 2 3 1 通孔
- 2 3 2 テーパー面
- 2 3 3 平板部
- 2 3 4 平面部
- 2 3 5 折れ曲がり部

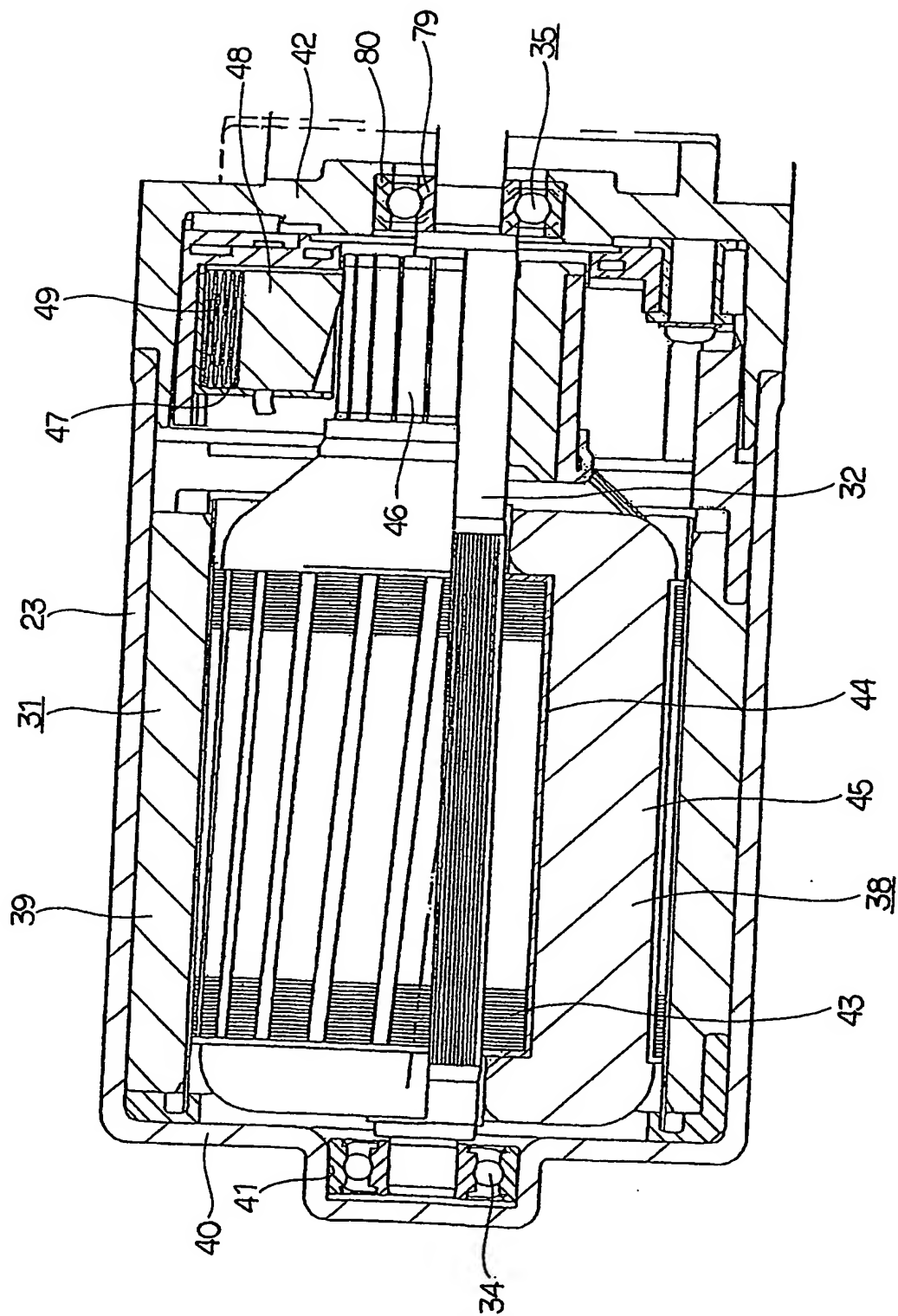
【書類名】 図面
【図 1】



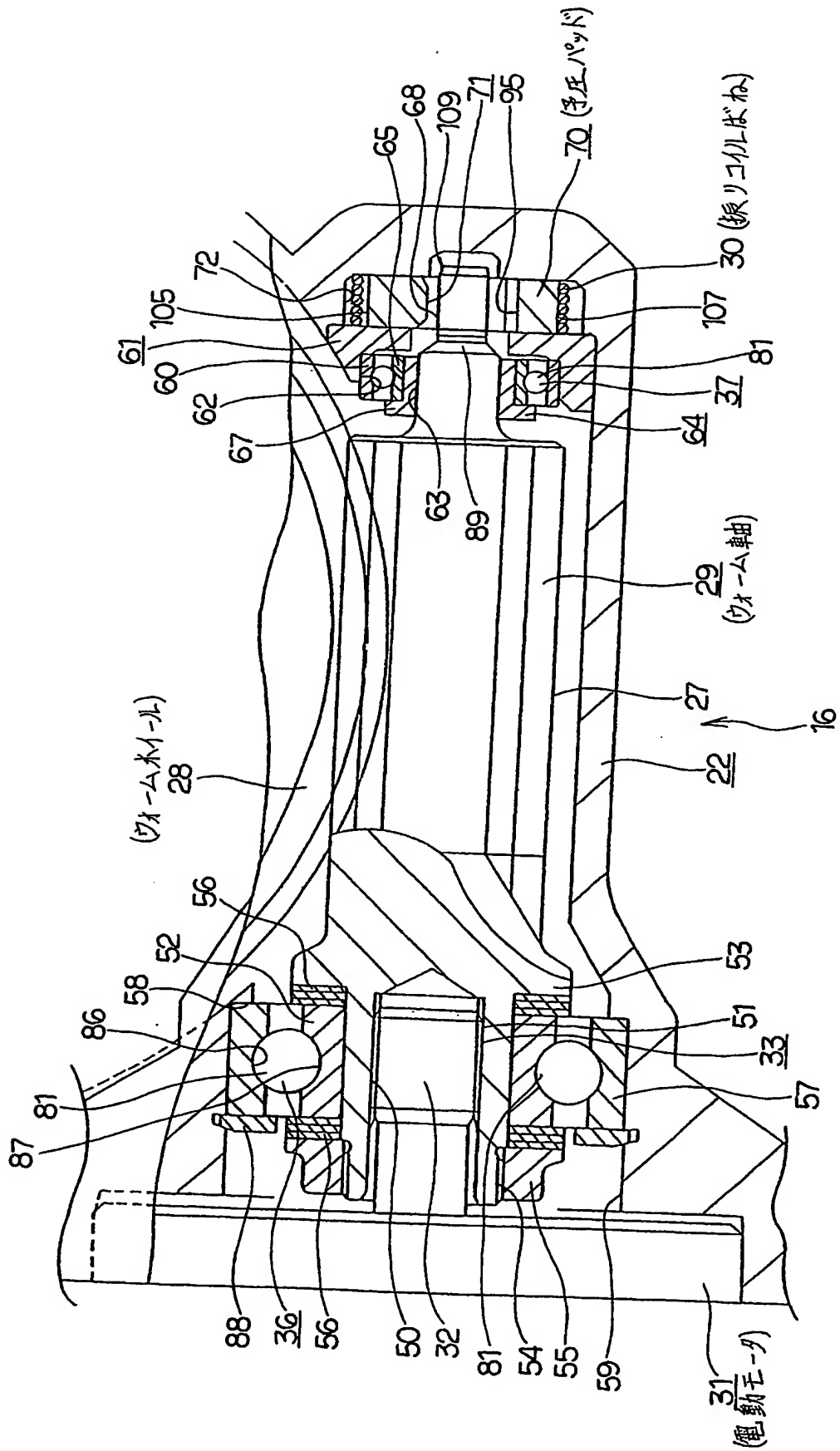
【図 2】



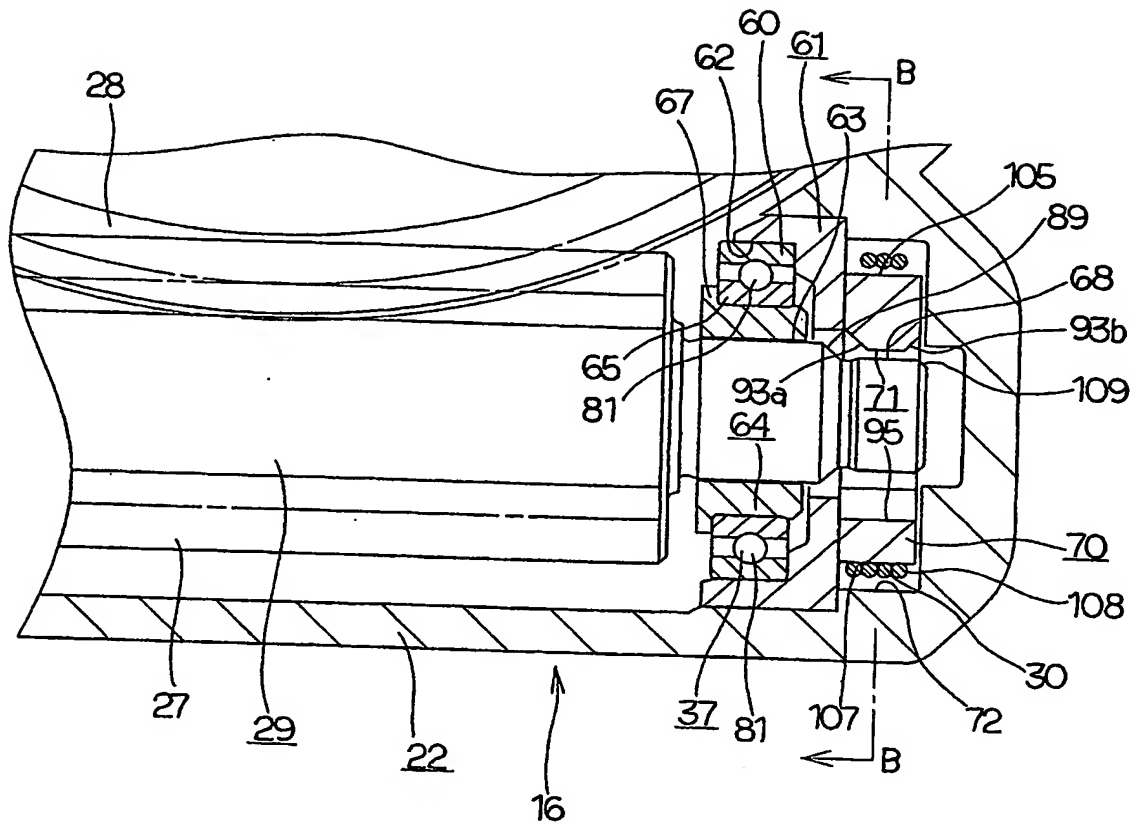
【図 3】



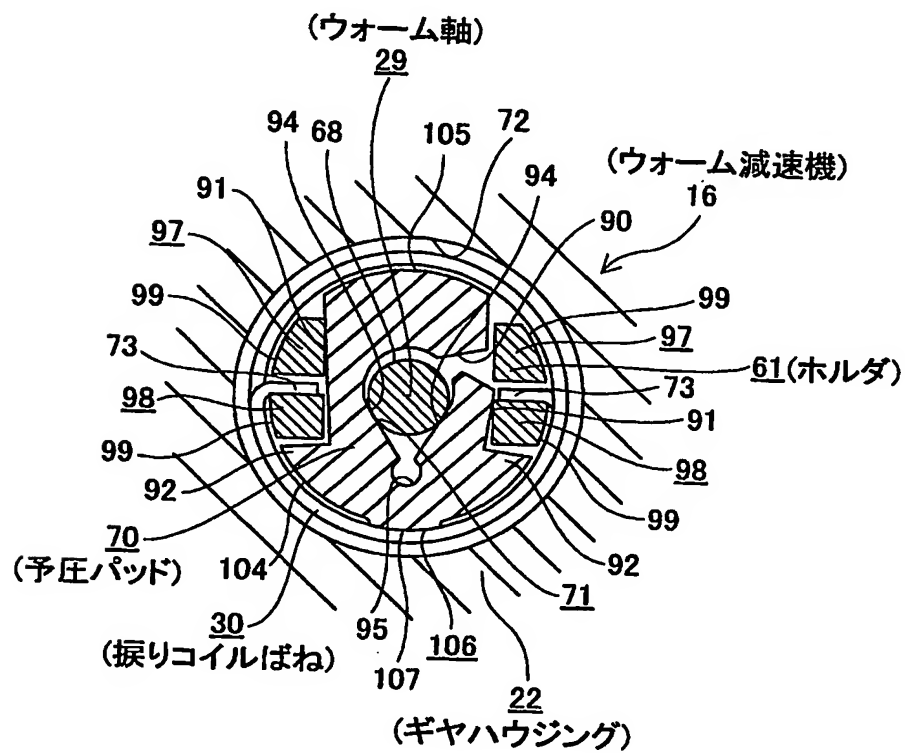
【図4】



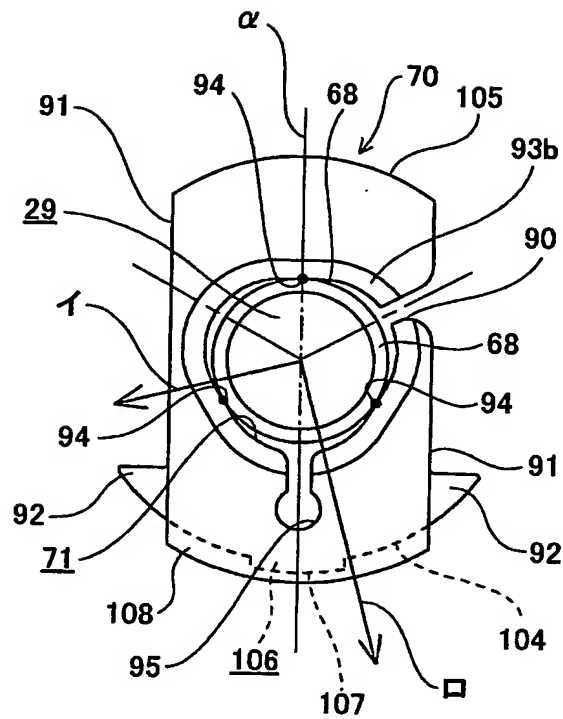
【図 5】



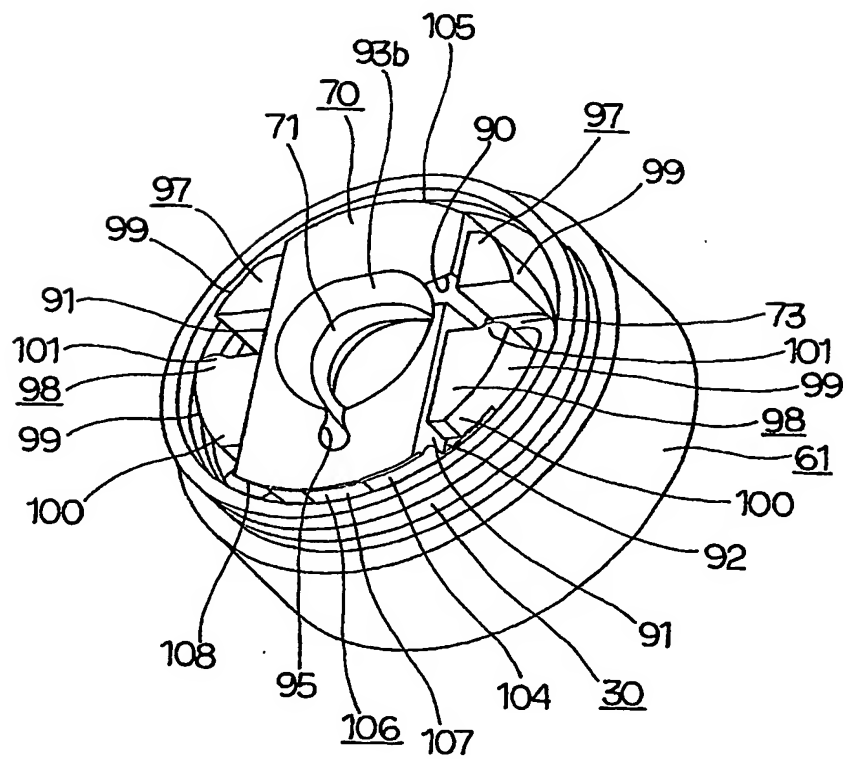
【図 6】



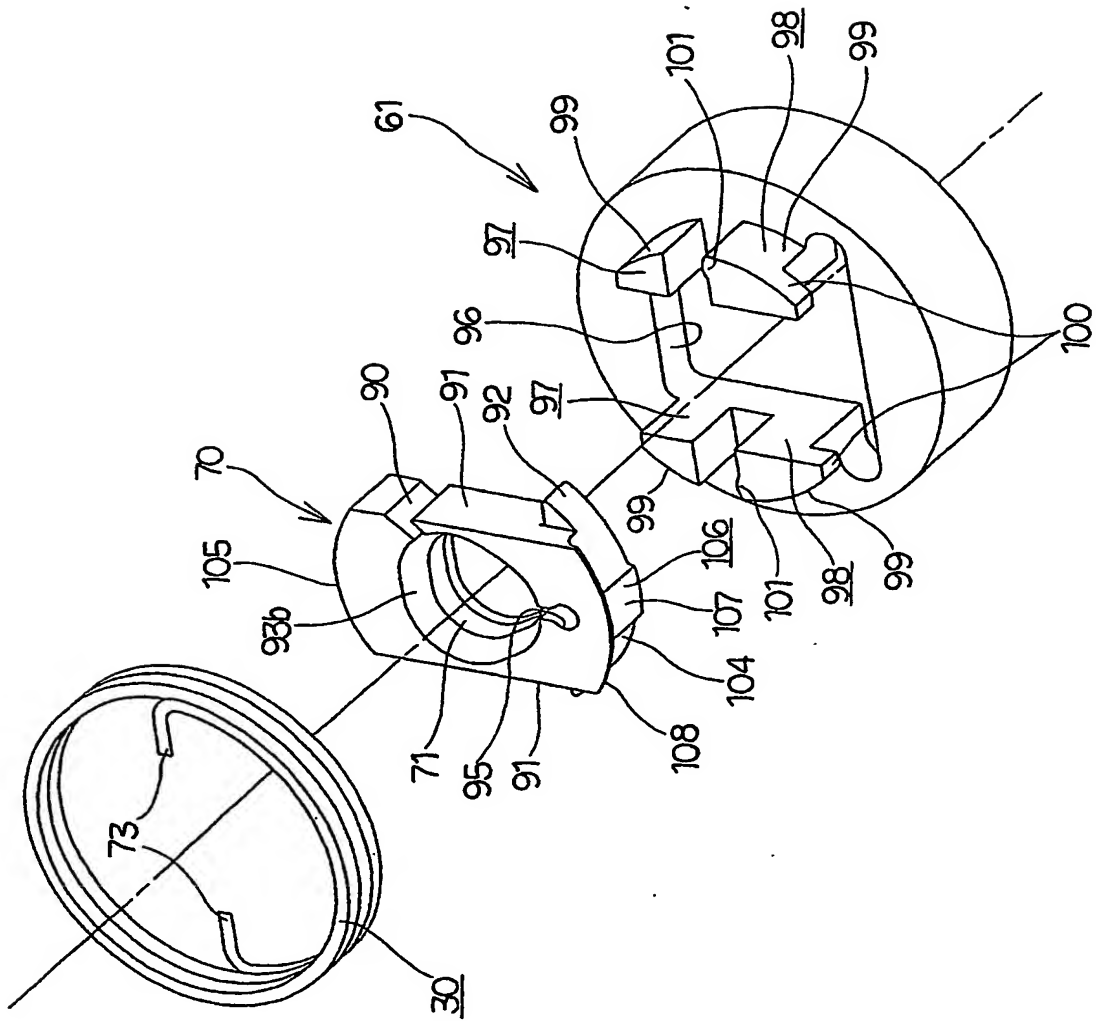
【図 7】



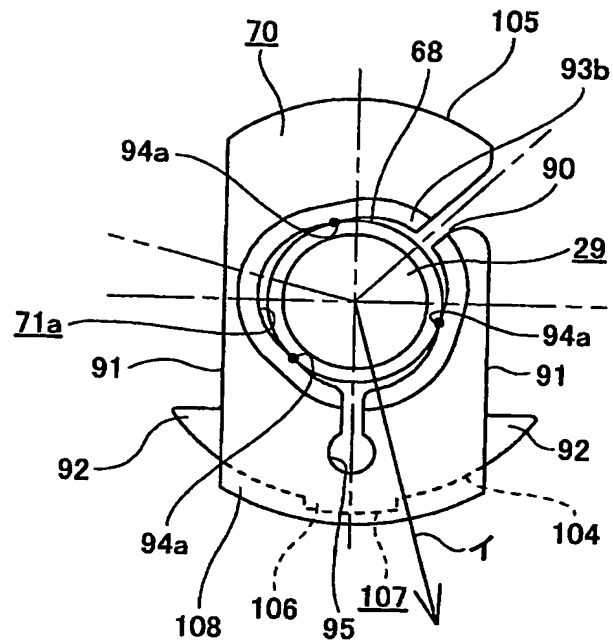
【图 8】



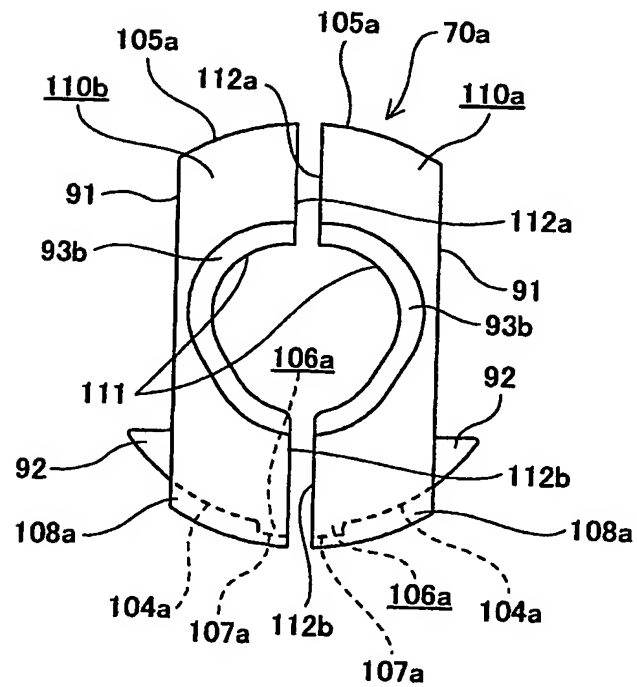
【図 9】



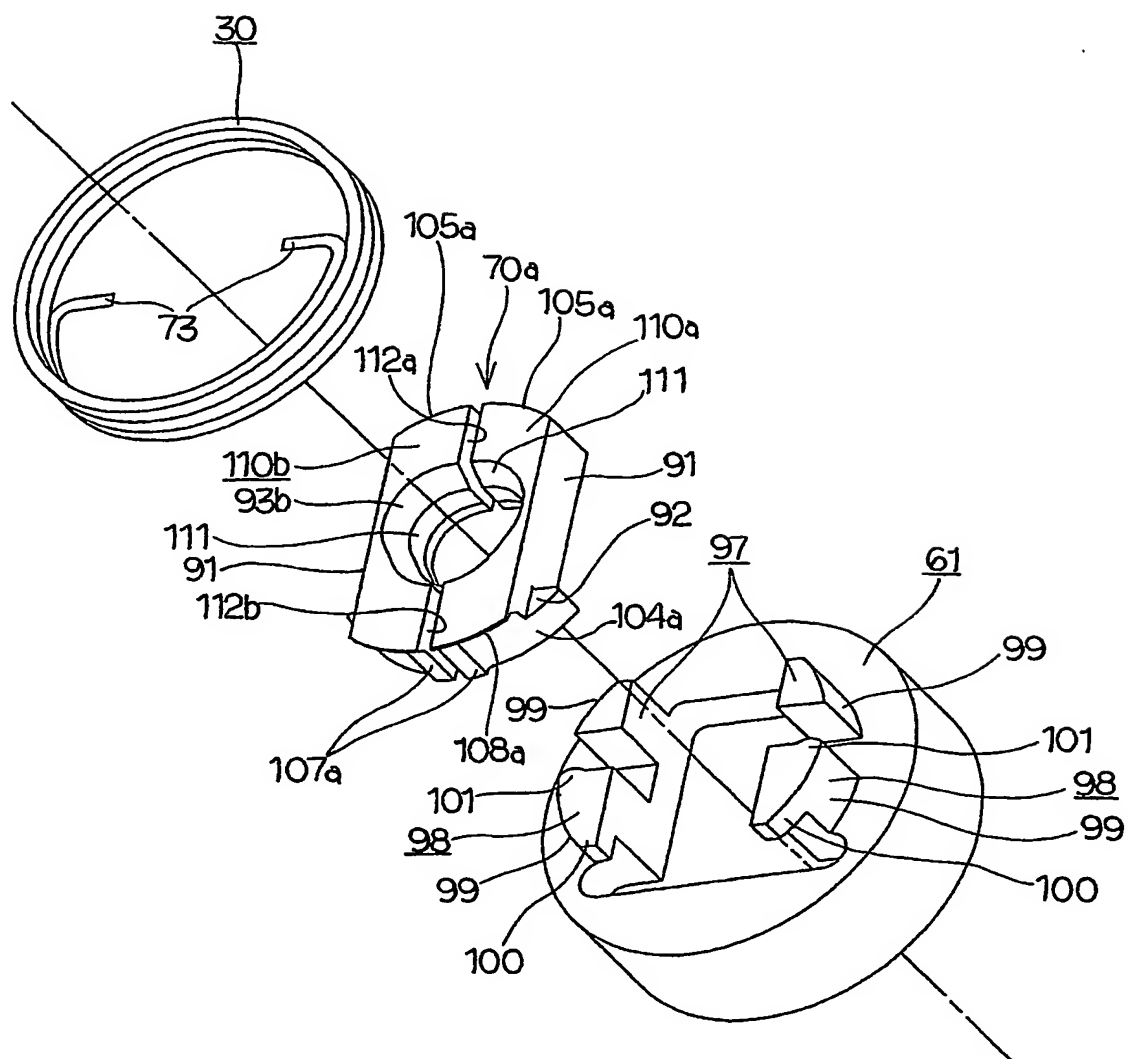
【図 10】



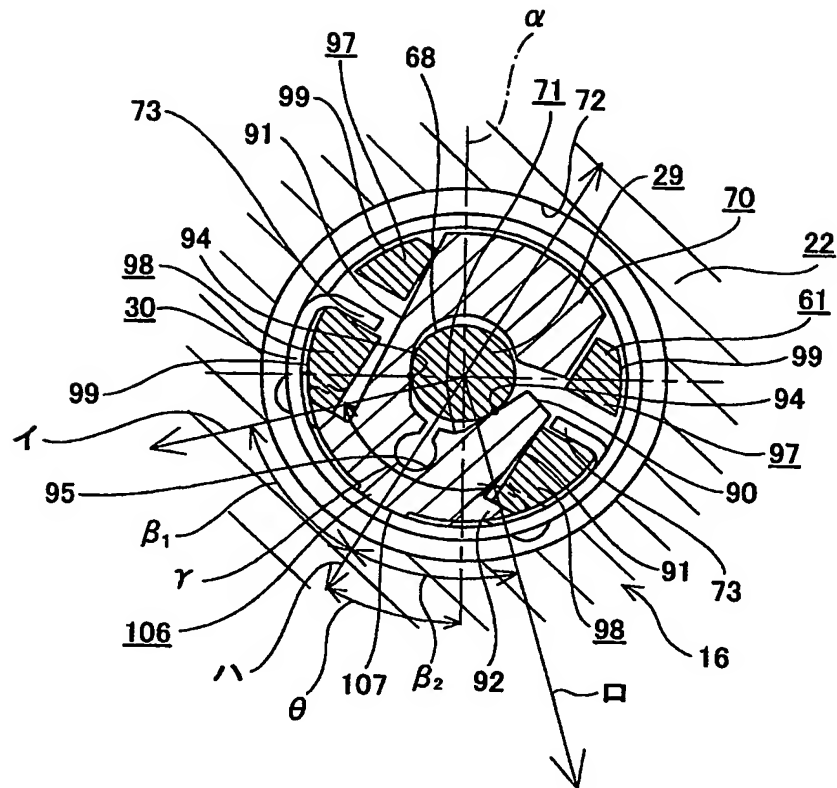
【図 1 1】



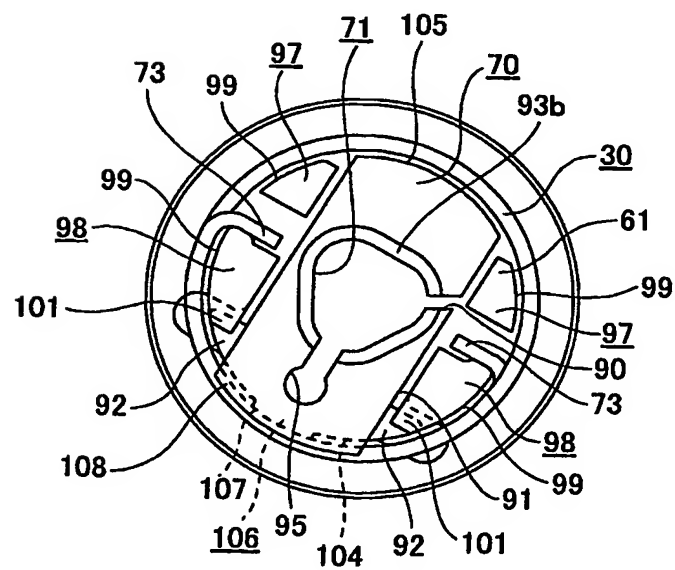
【図 12】



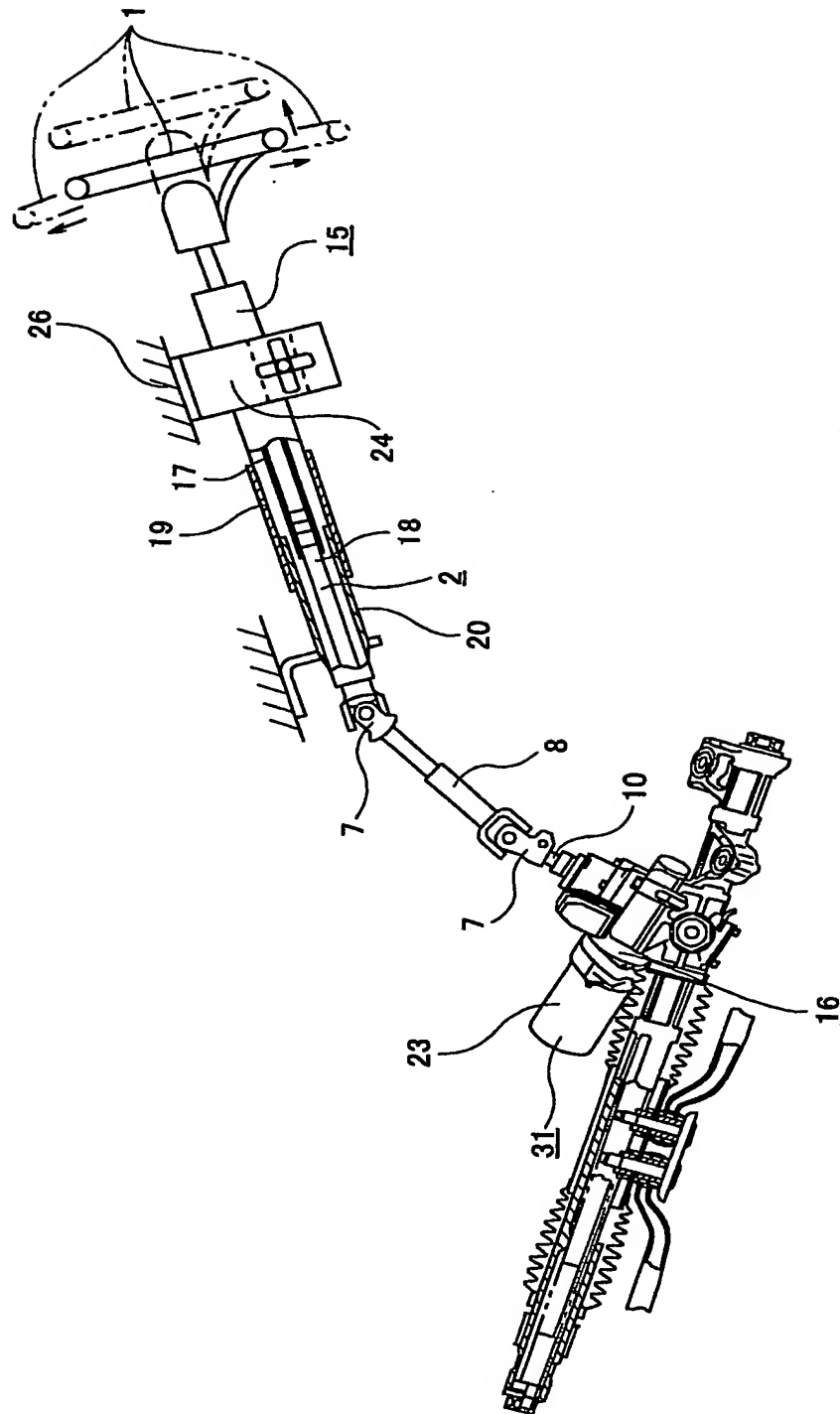
【図 13】



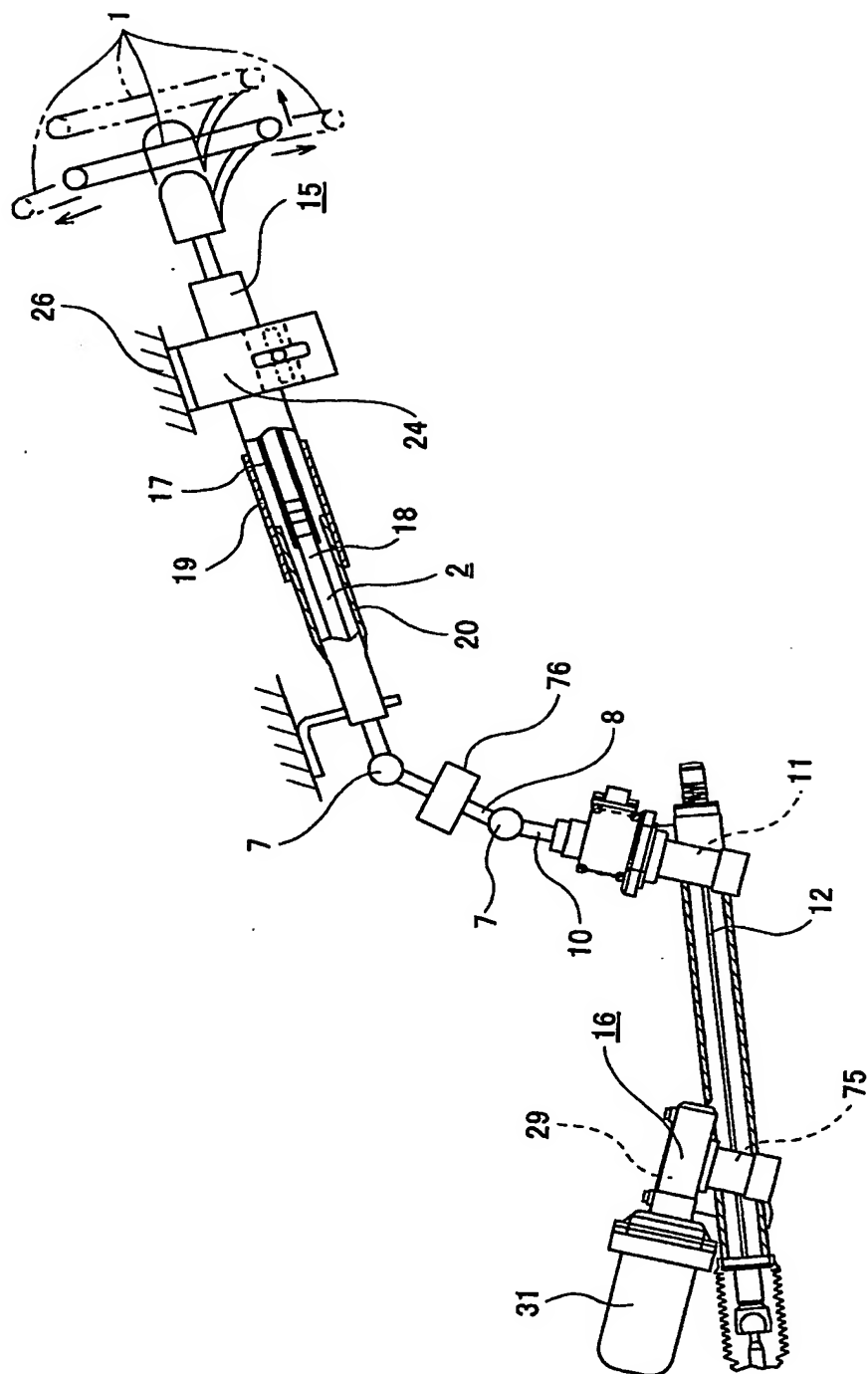
【図 14】



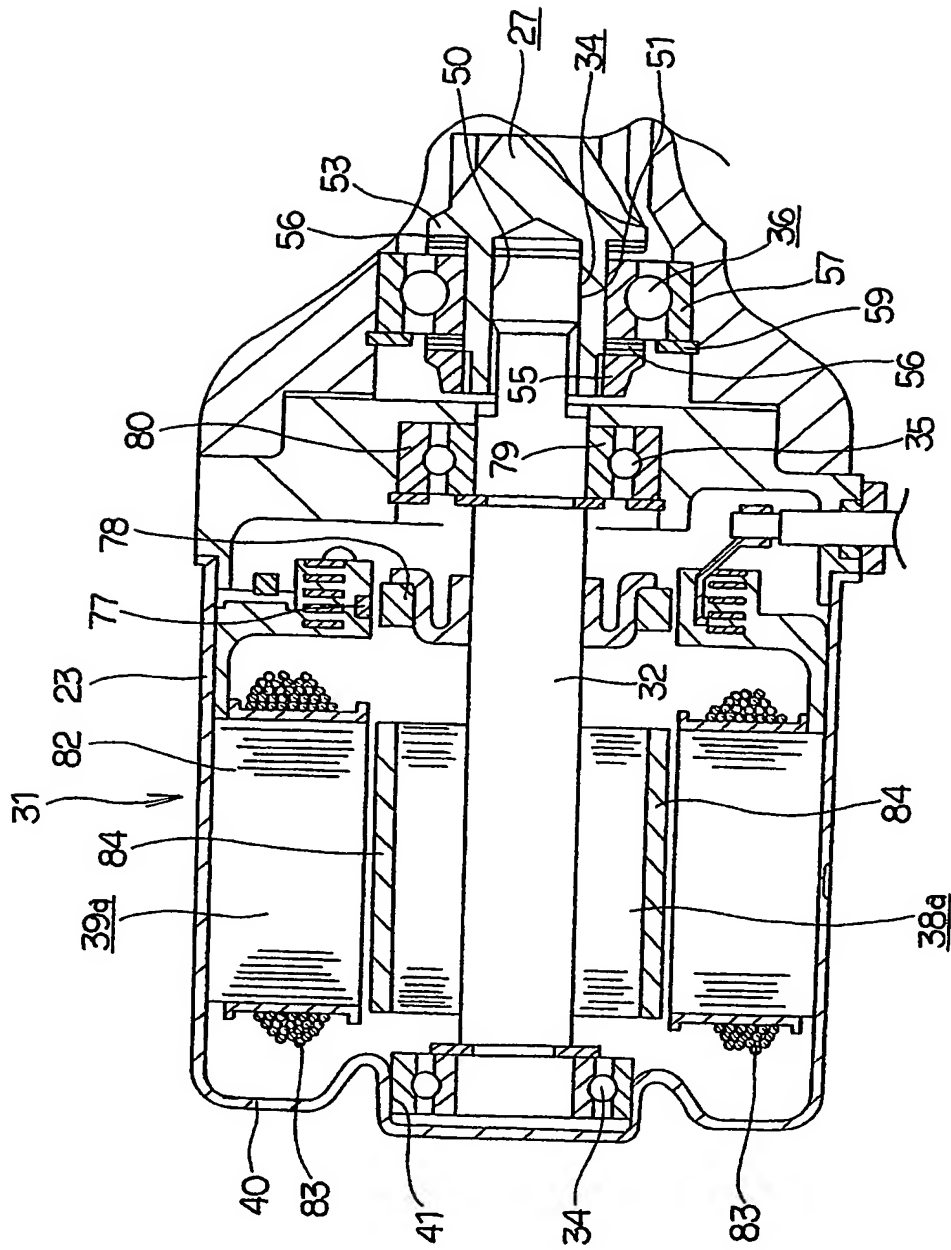
【図 15】



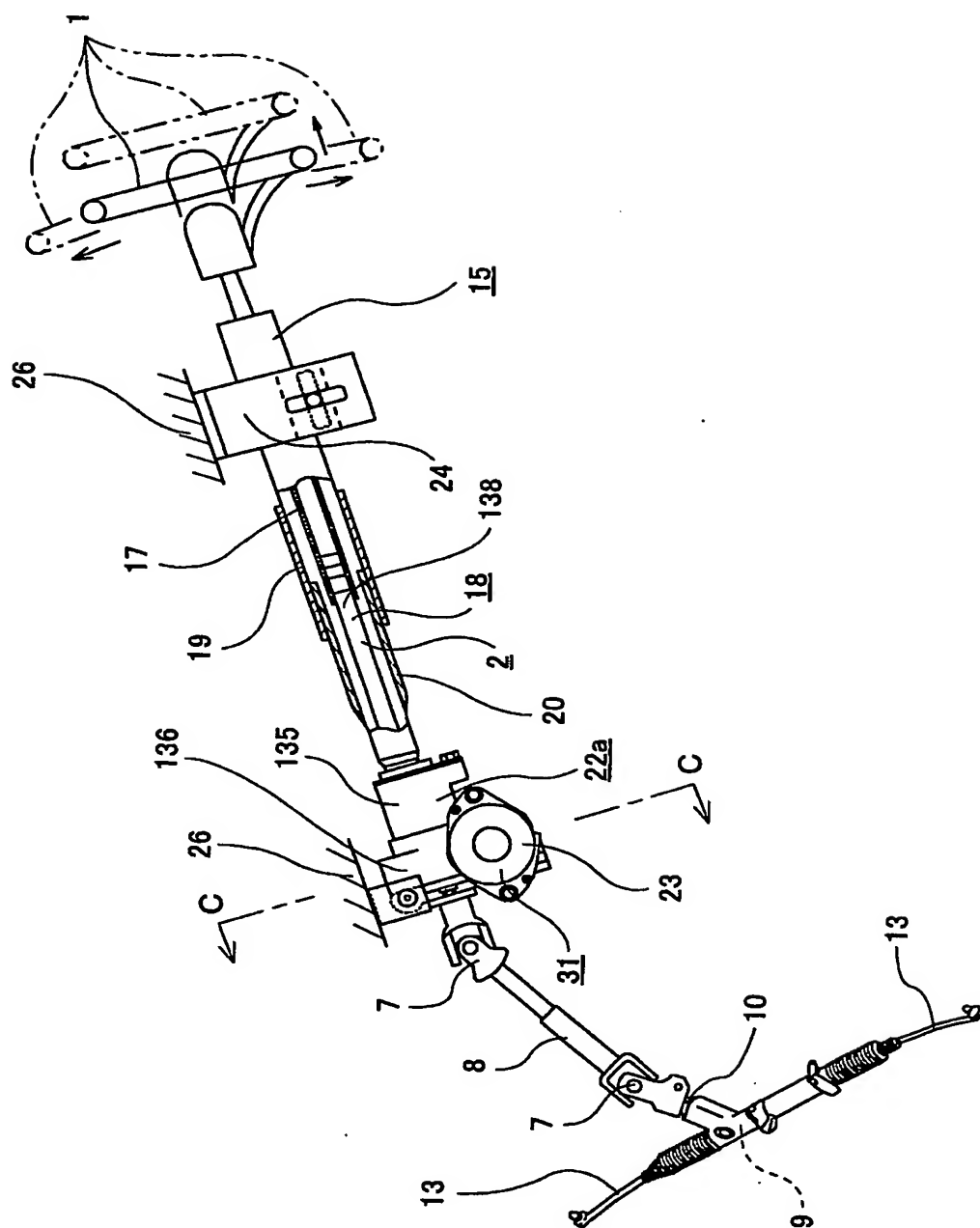
【図 16】



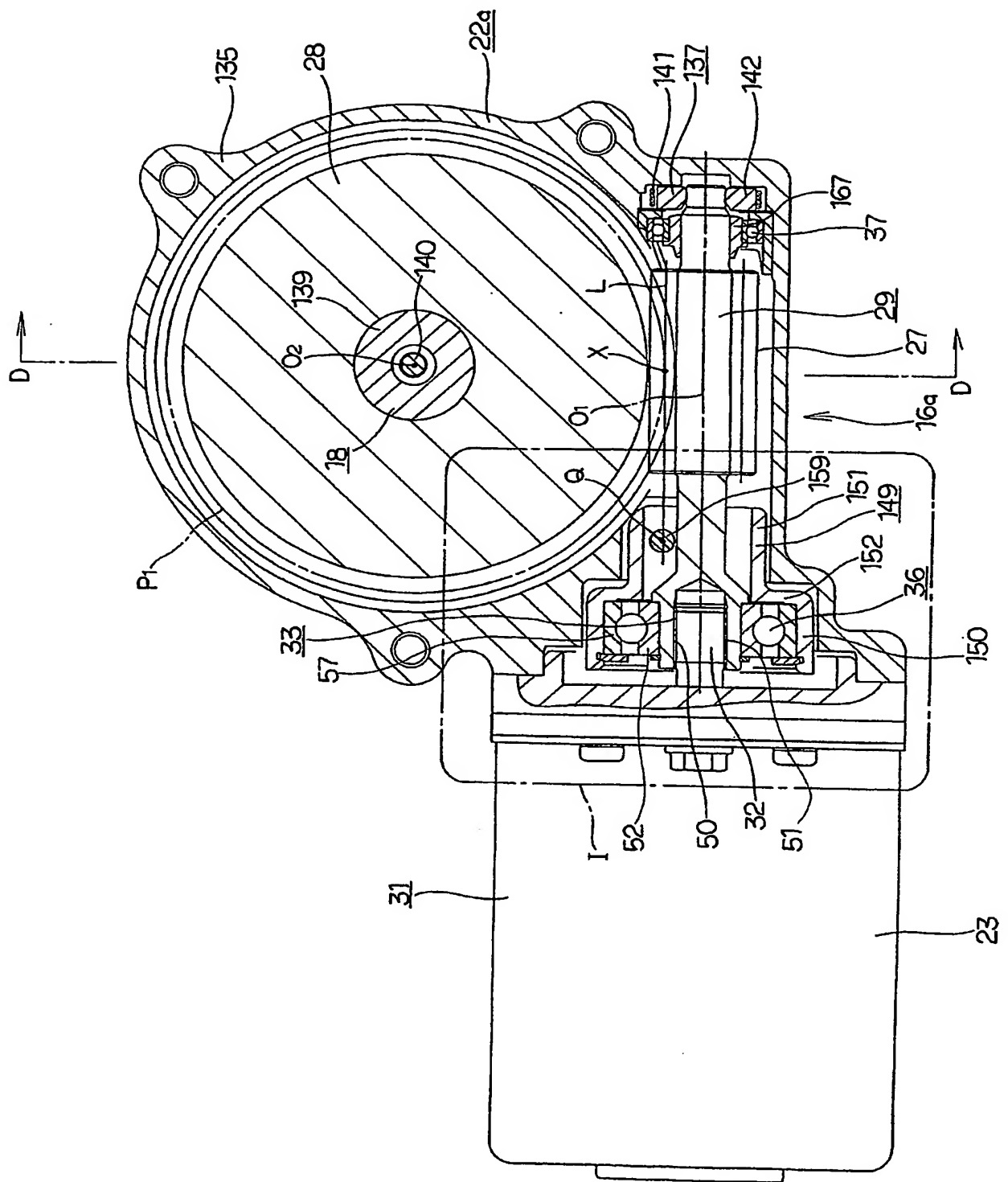
【図 17】



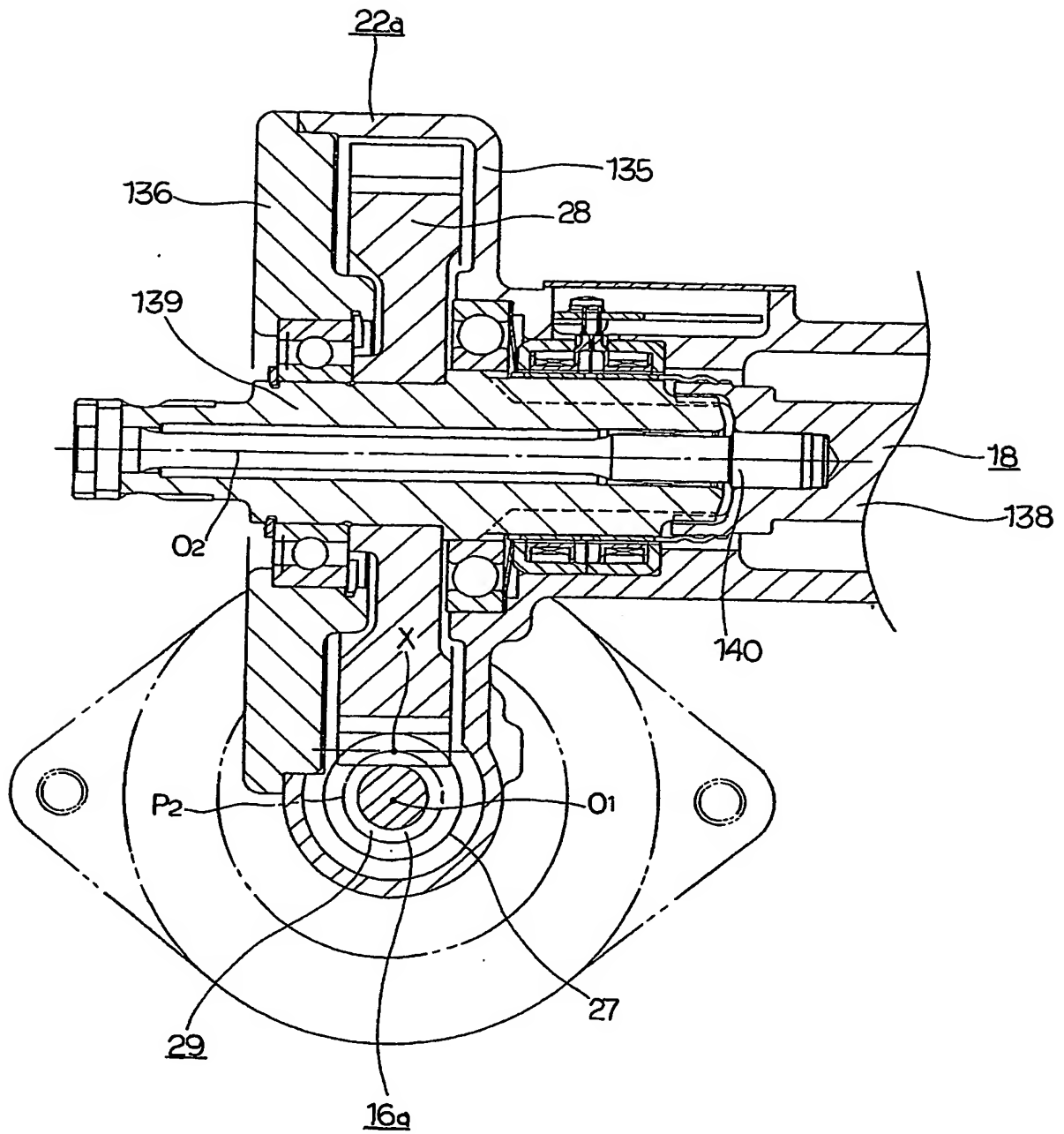
【図 18】



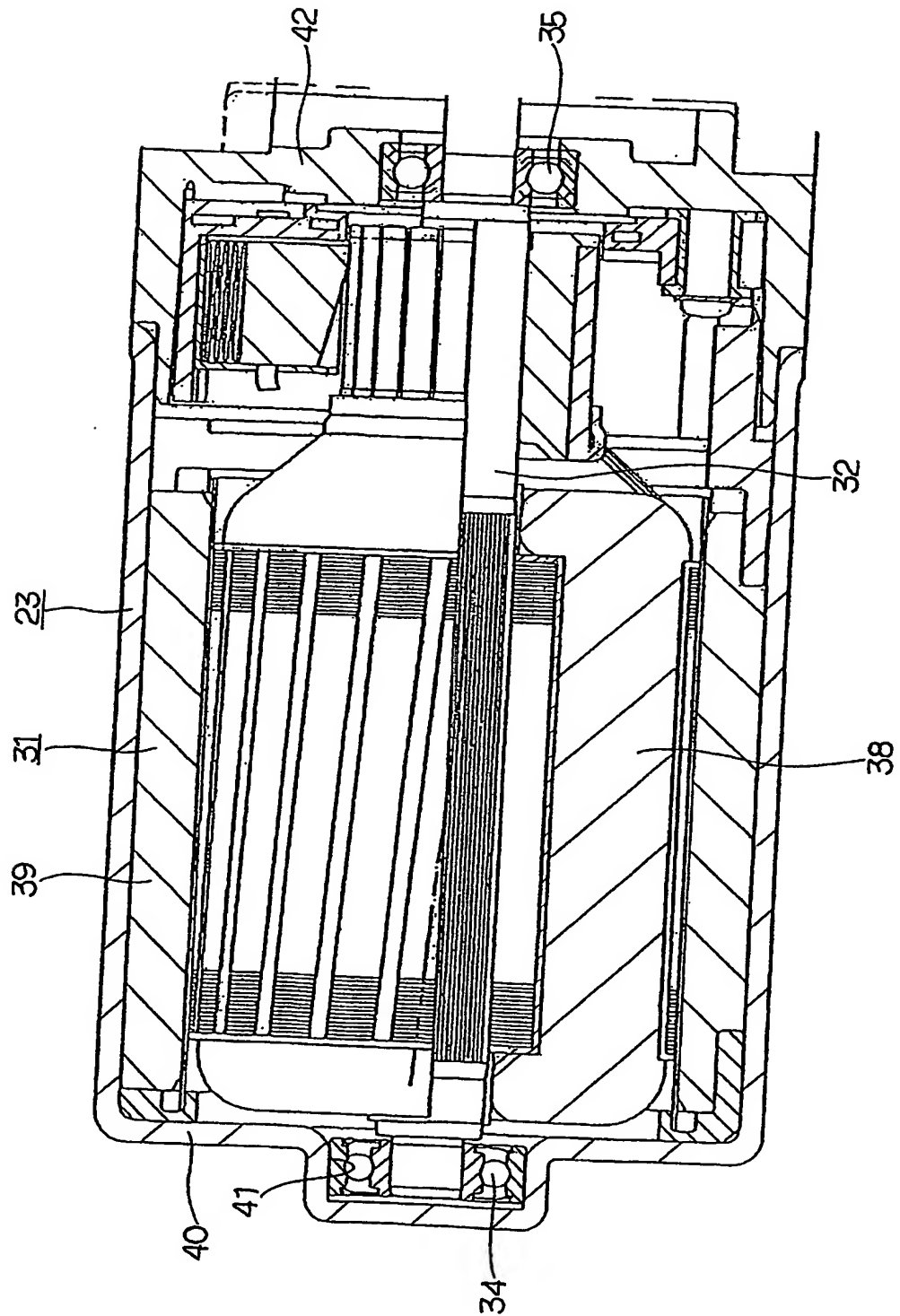
【図 19】



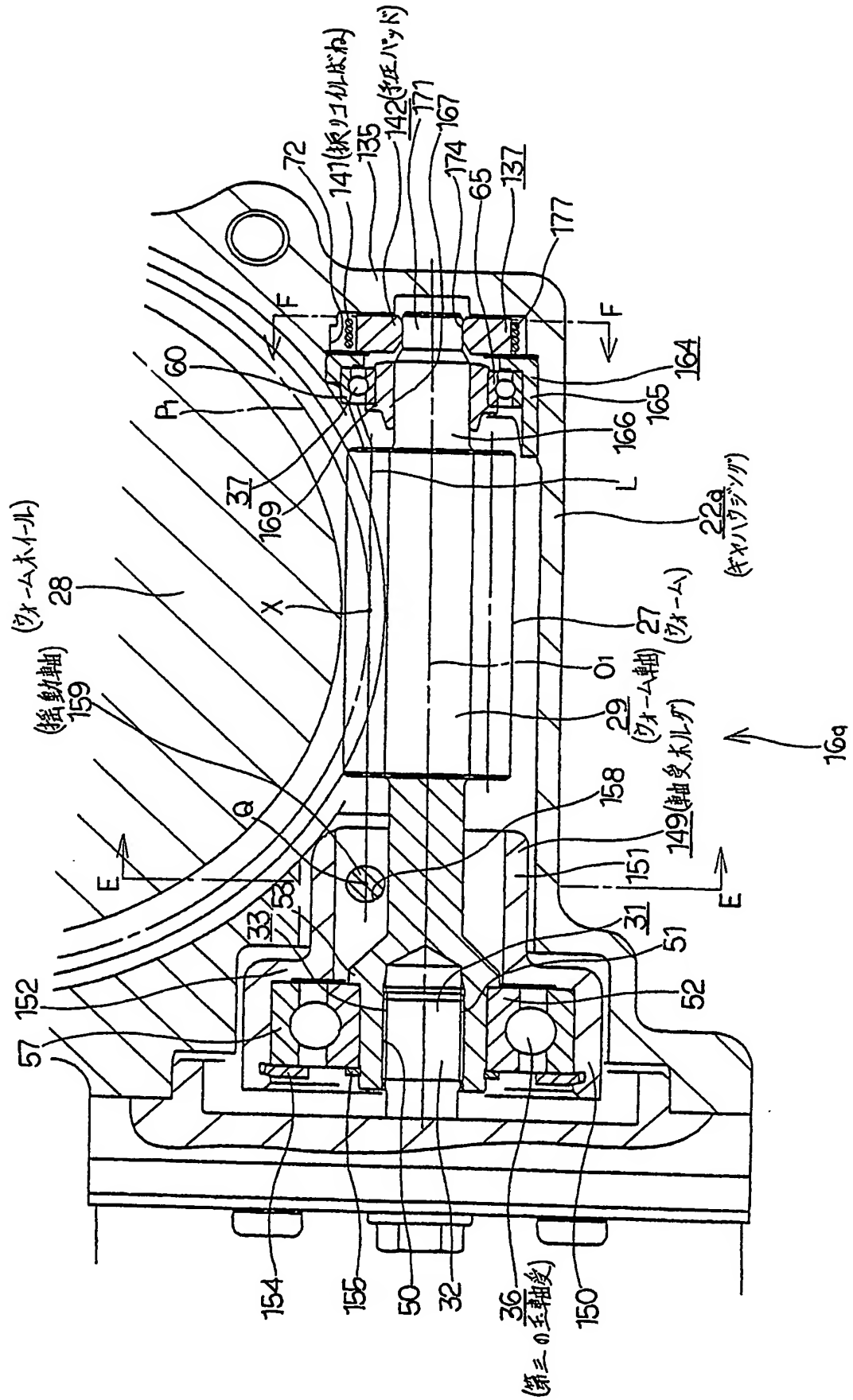
【図 20】



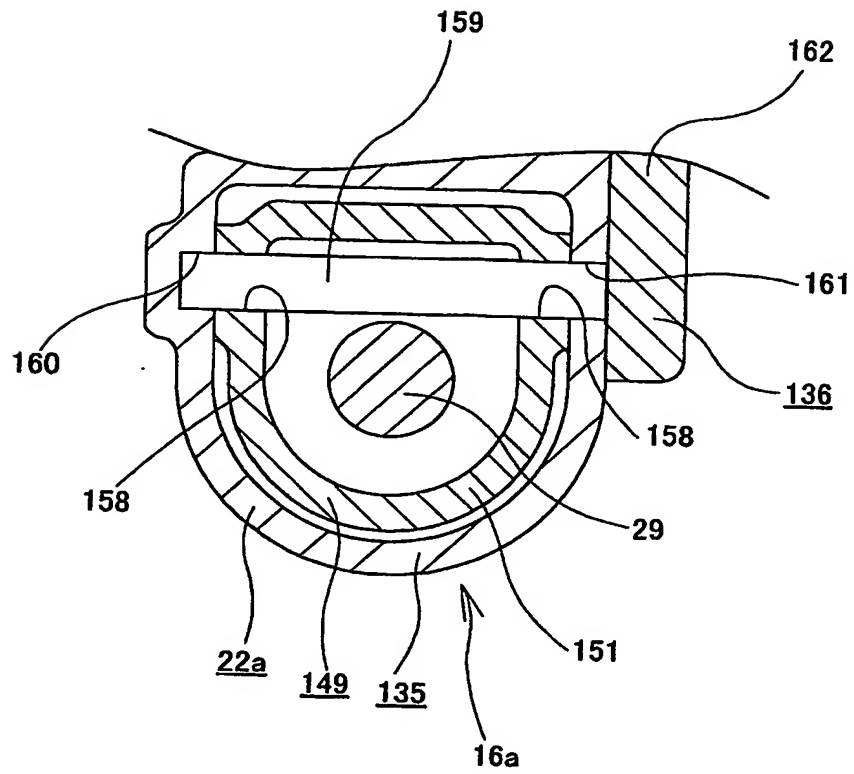
【図 21】



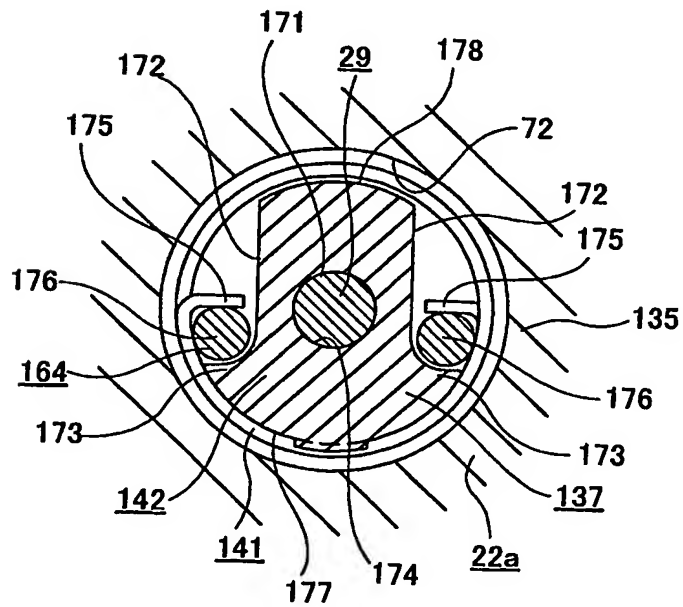
【図22】



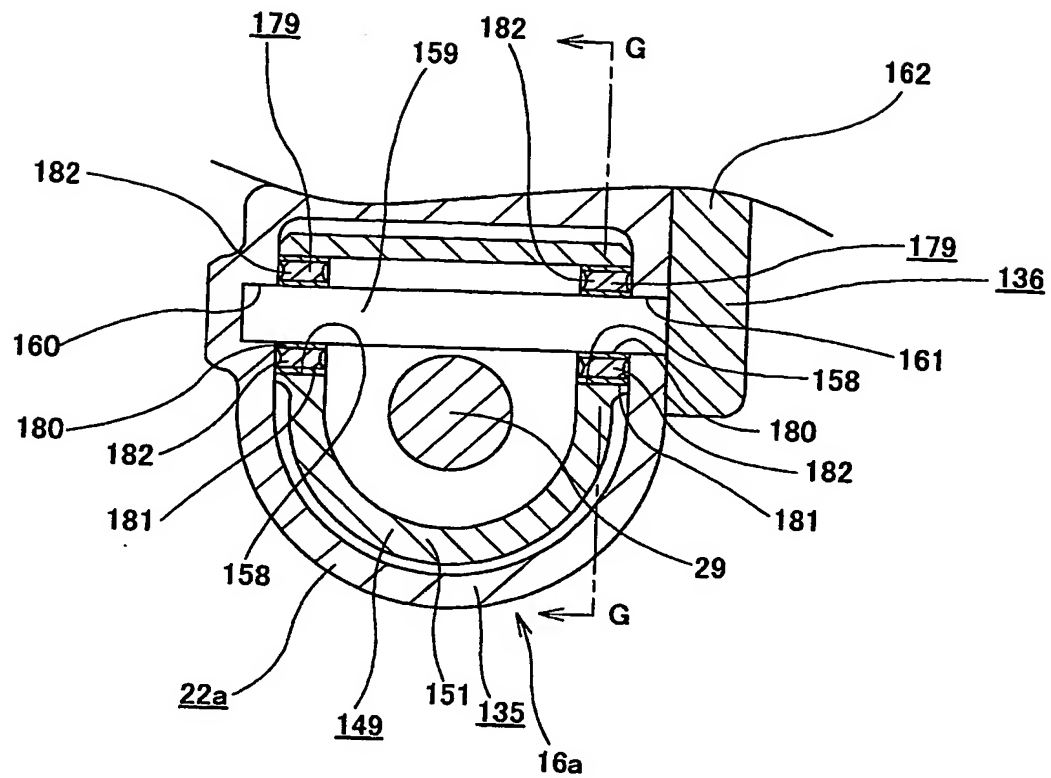
【図 23】



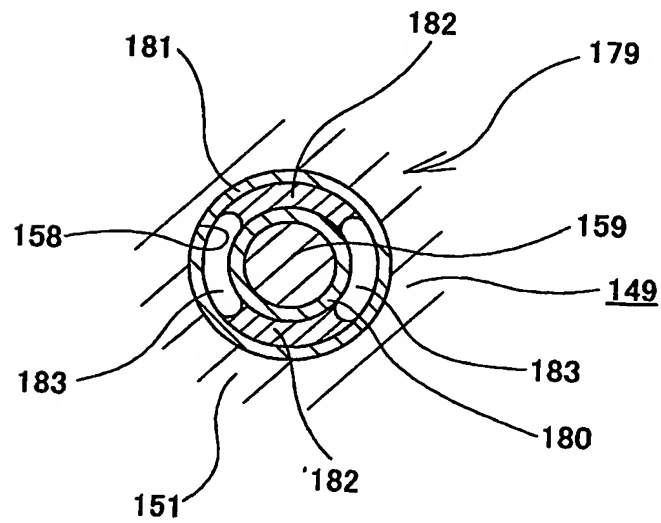
【図 24】



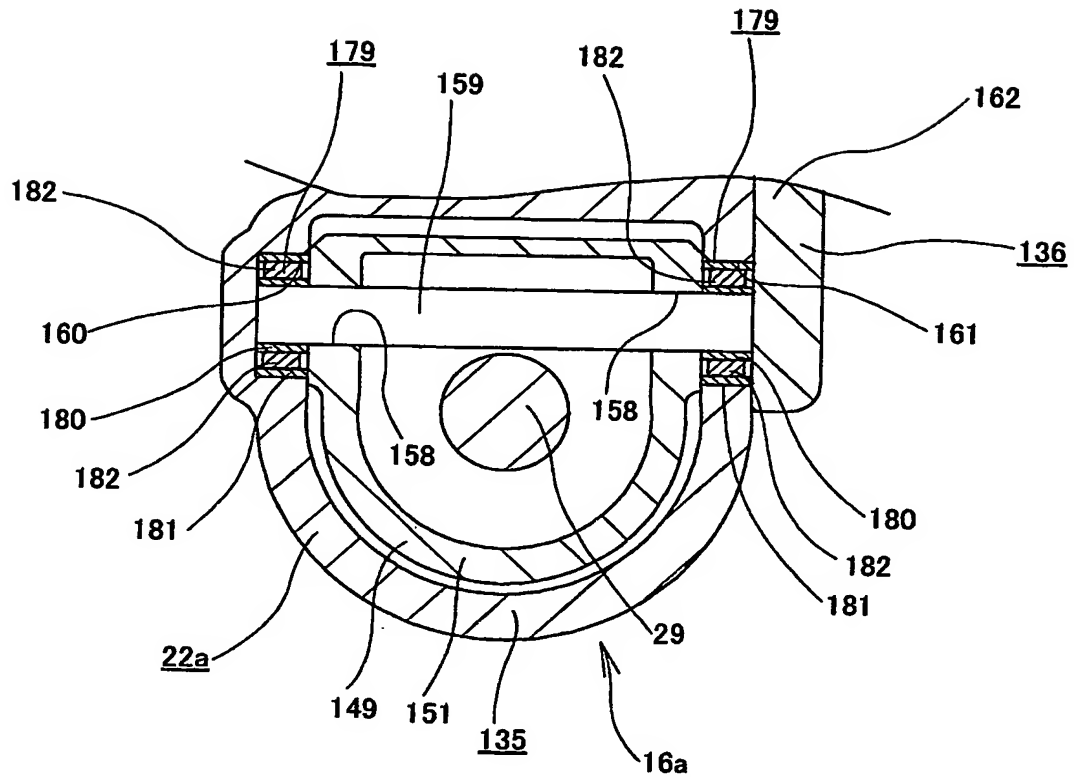
【図 25】



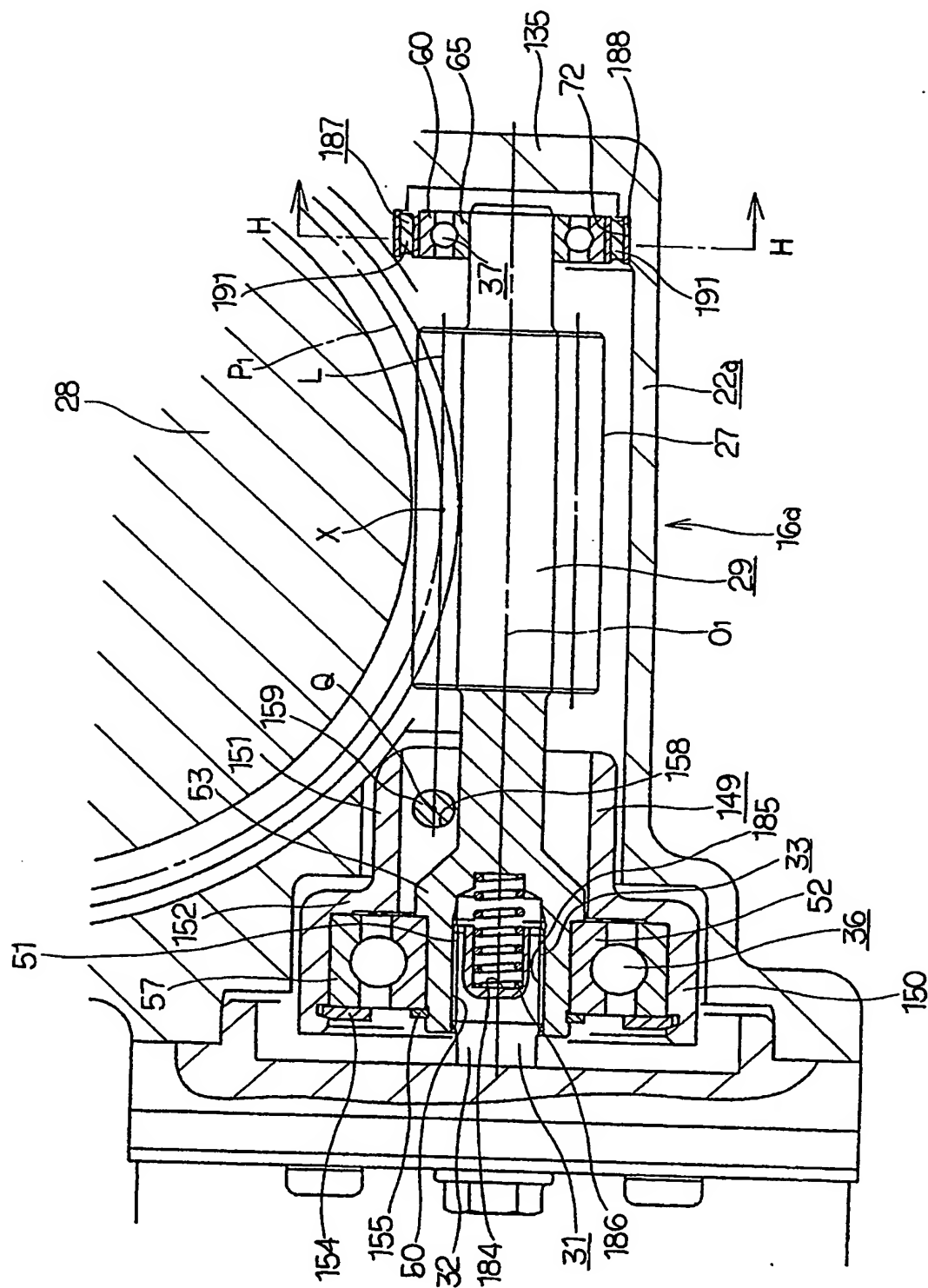
【図 26】



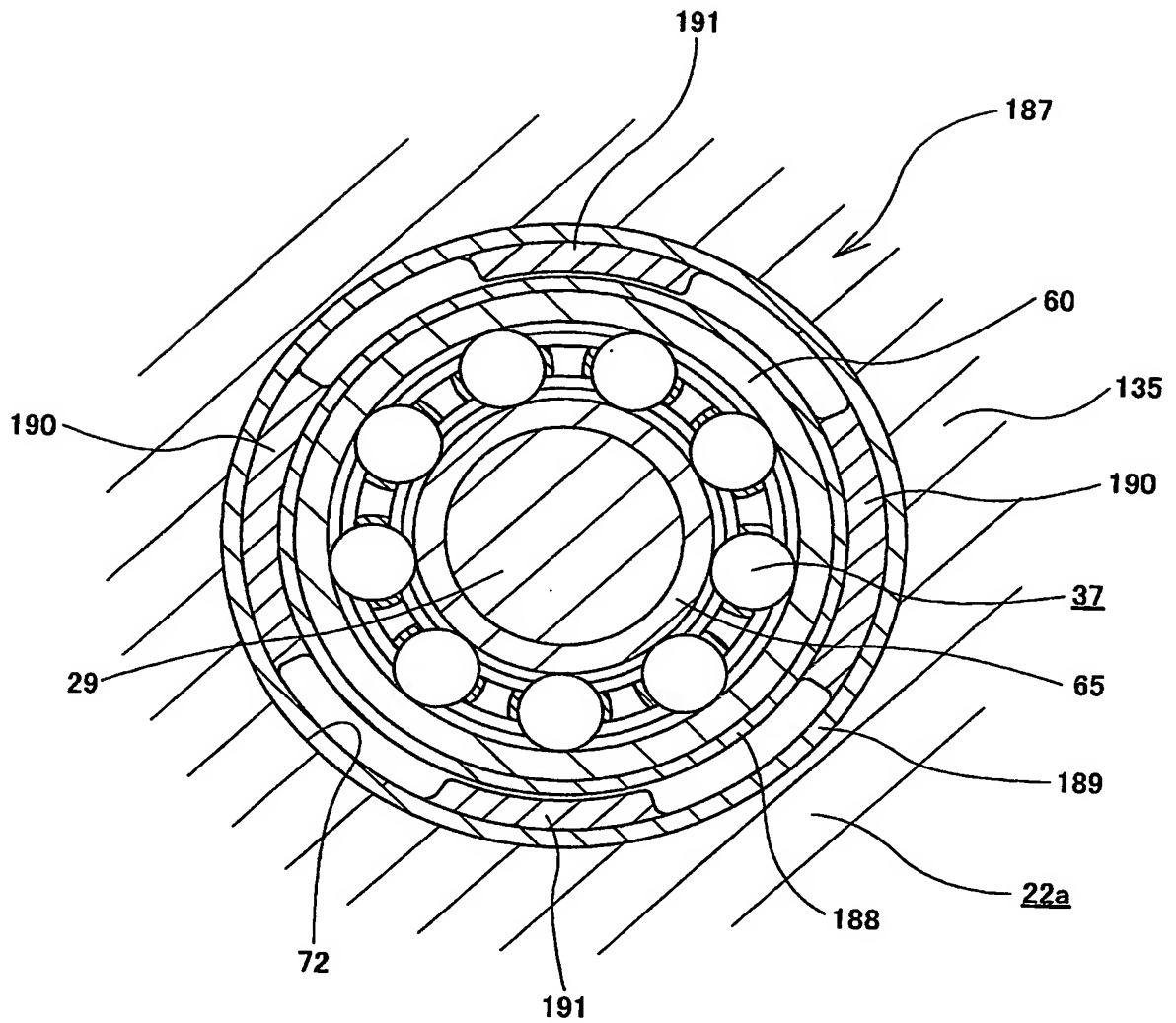
【図 27】



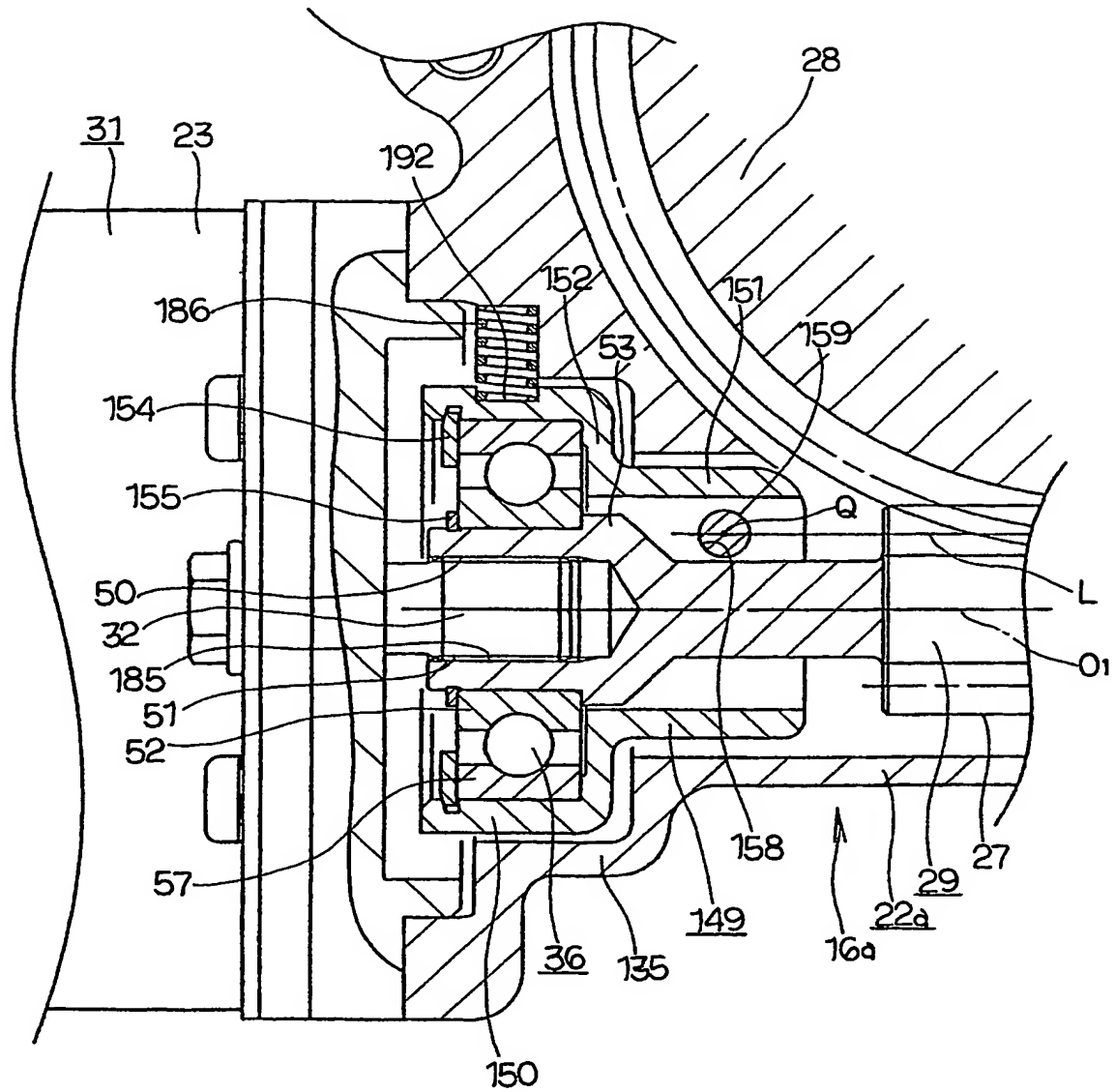
【図 28】



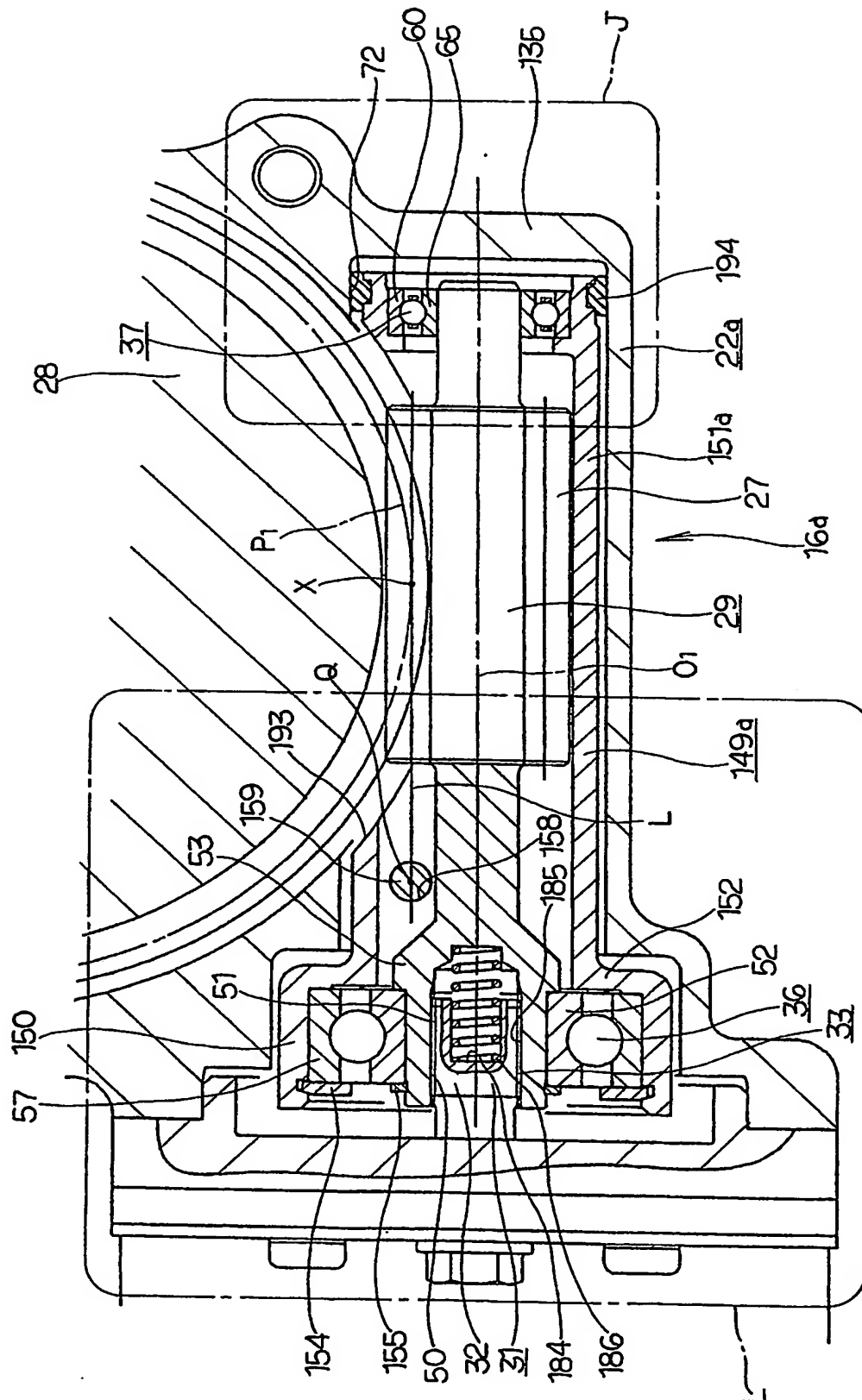
【図 29】



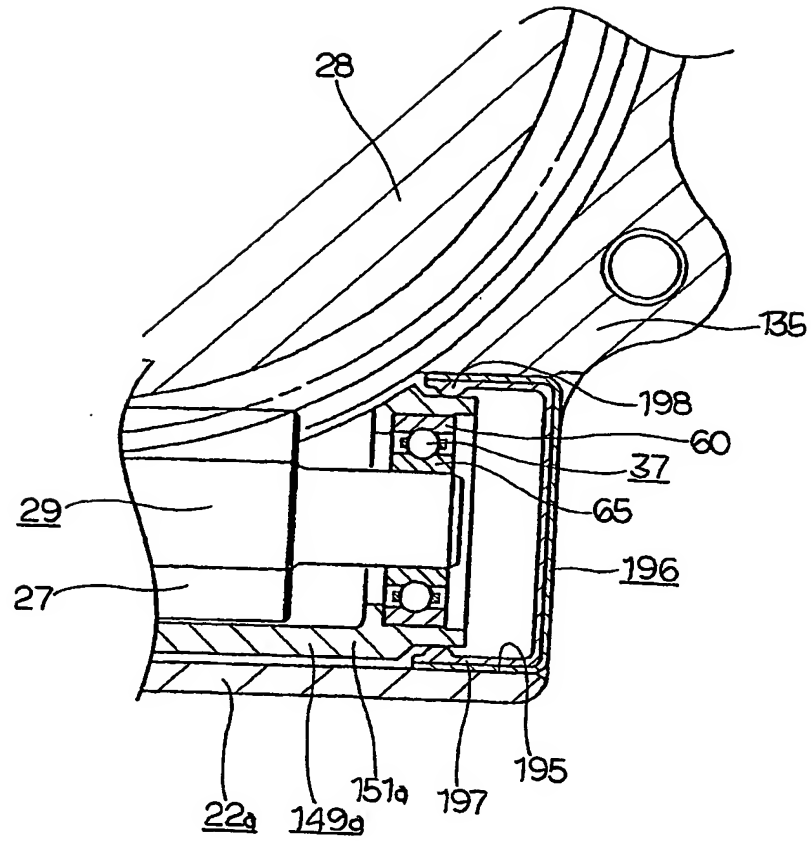
【図 30】



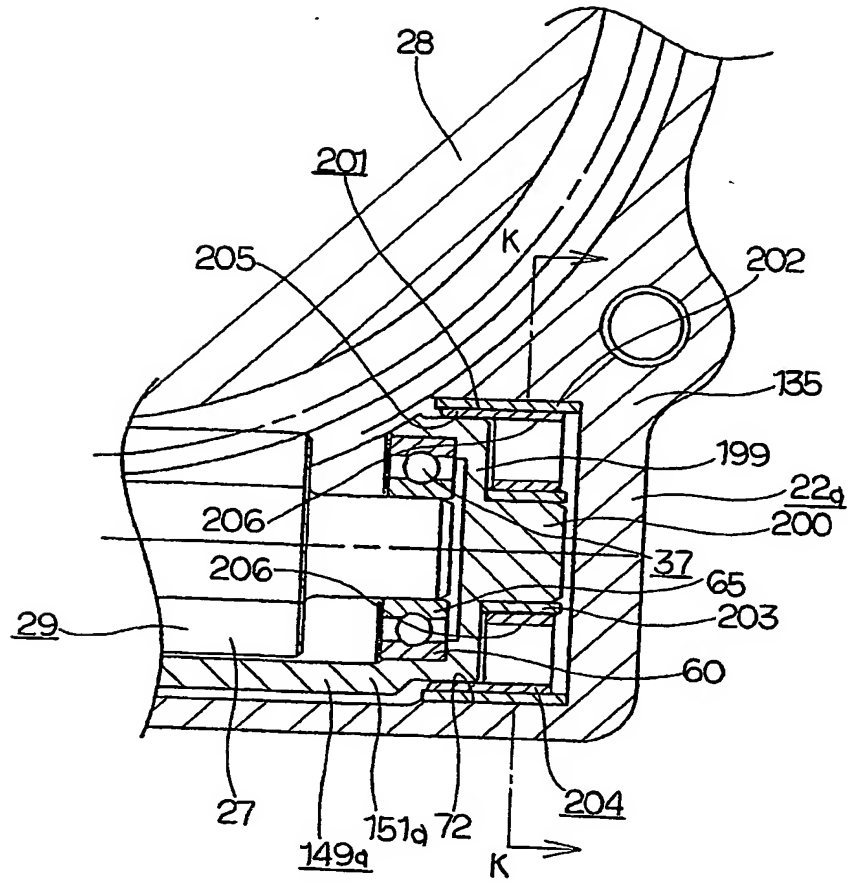
【図 31】



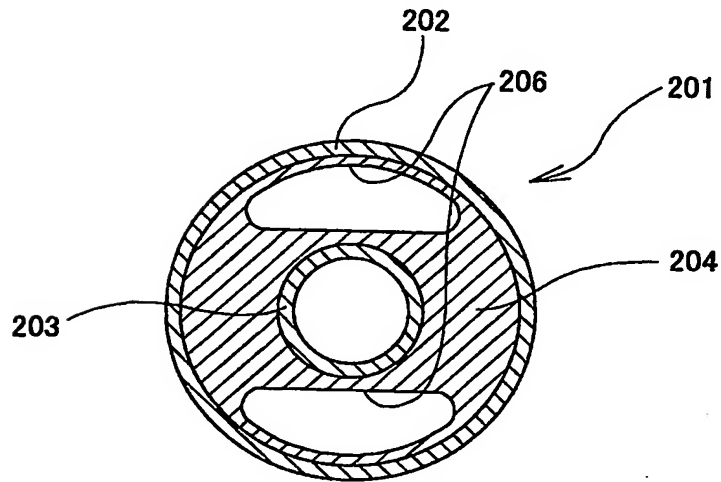
【図 32】



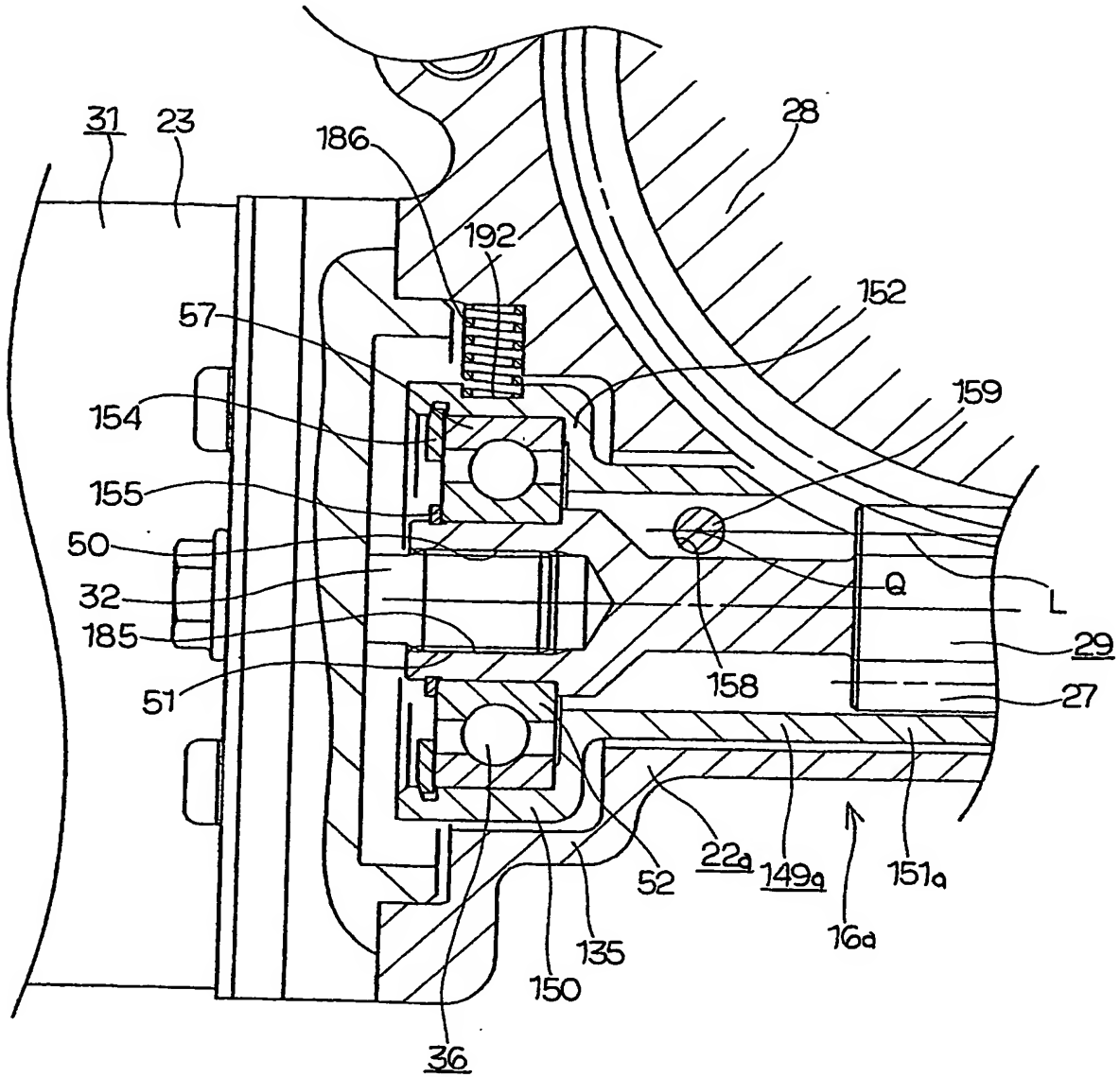
【図 3 3】



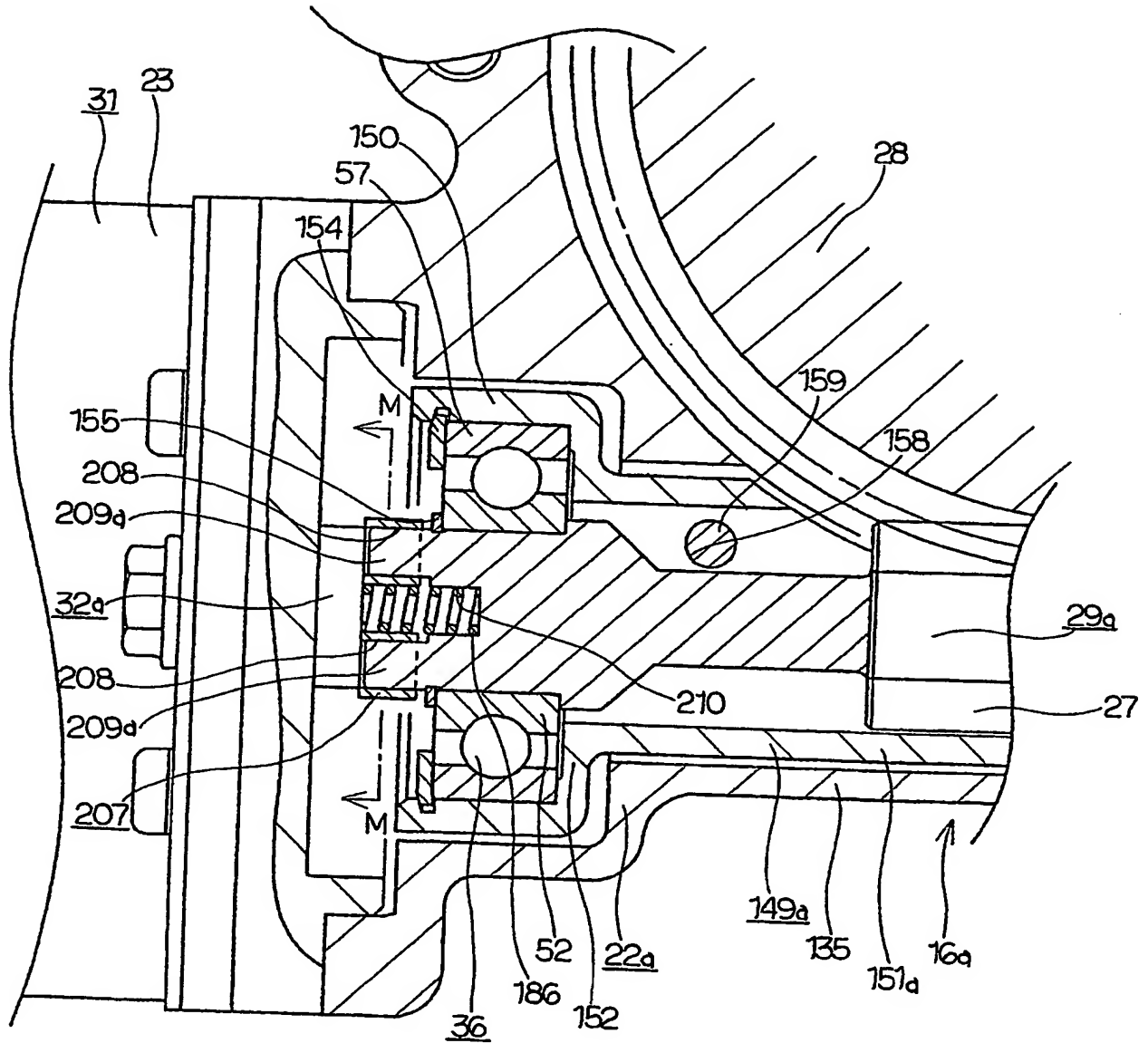
【図 3 4】



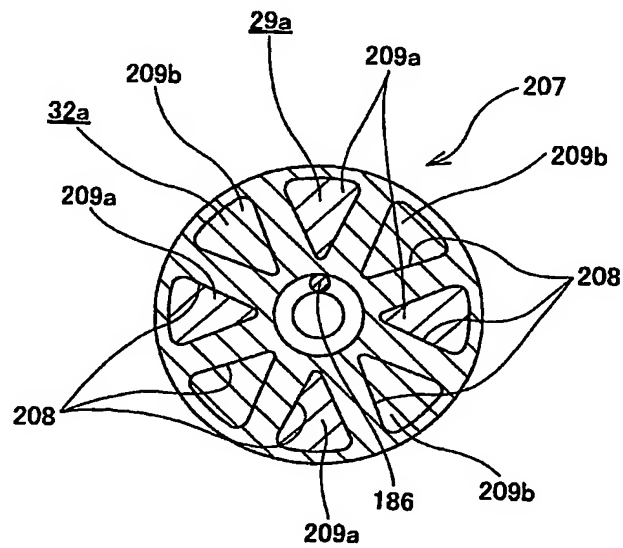
【図 35】



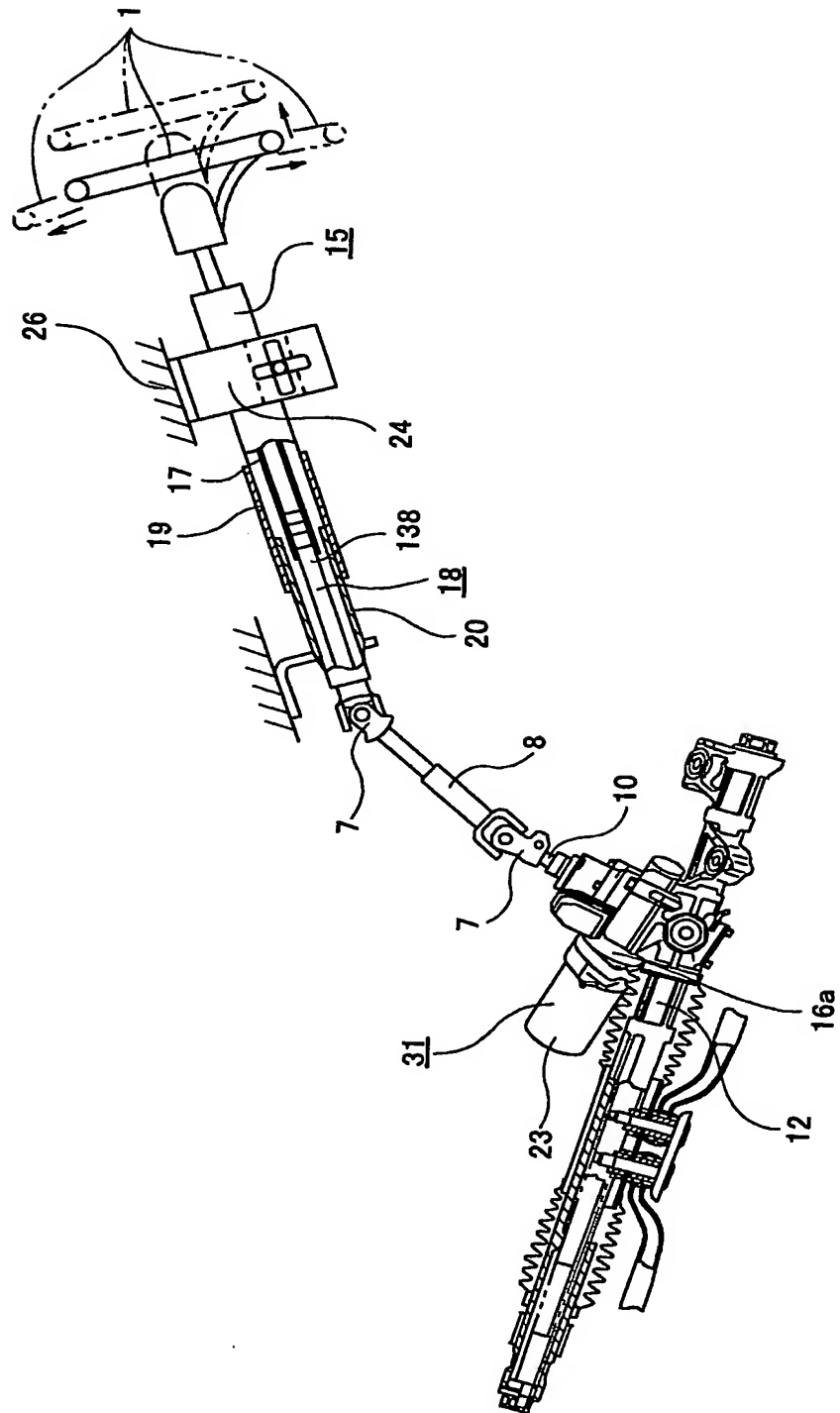
【図 3 6】



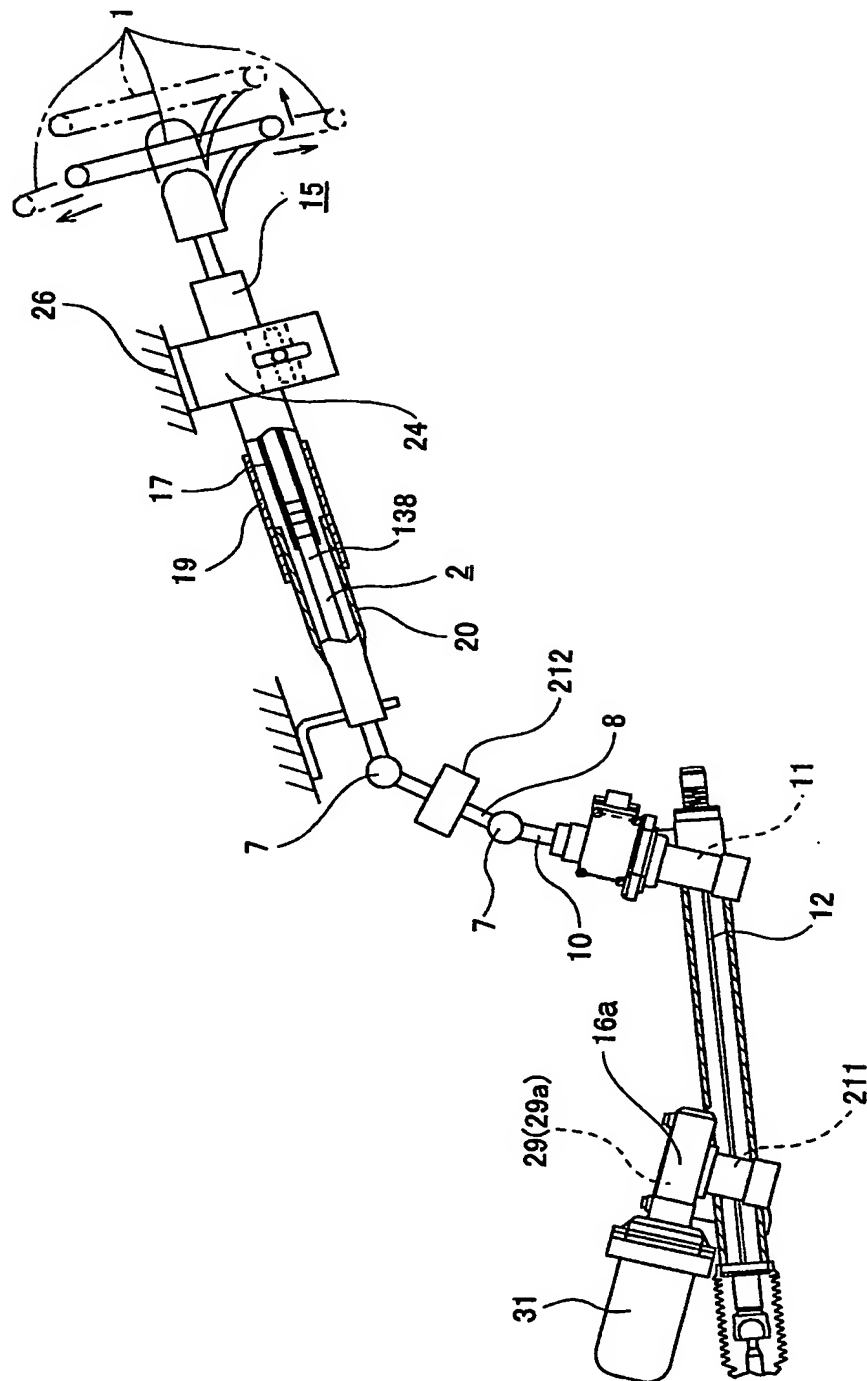
【図 3 7】



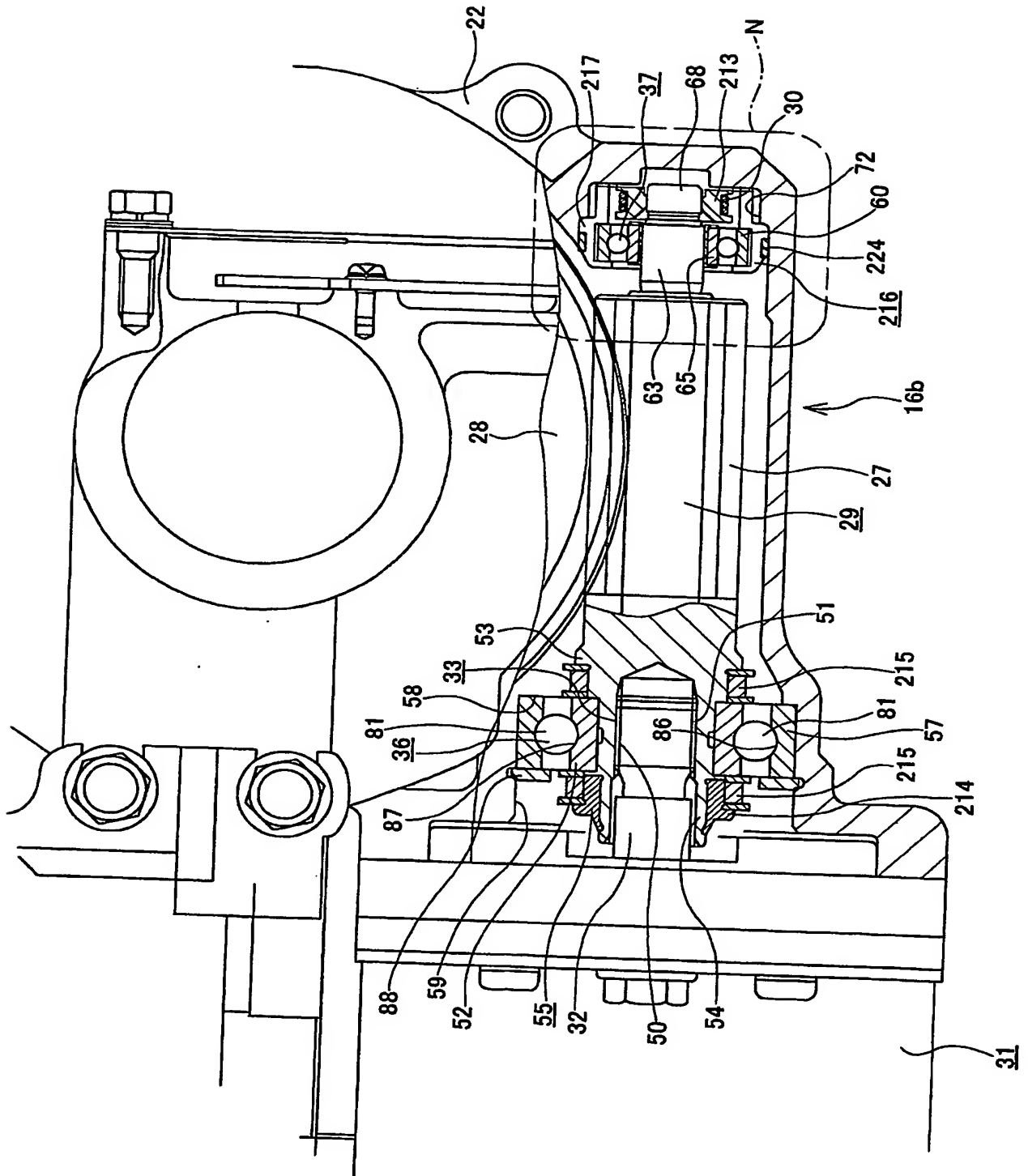
【図 38】



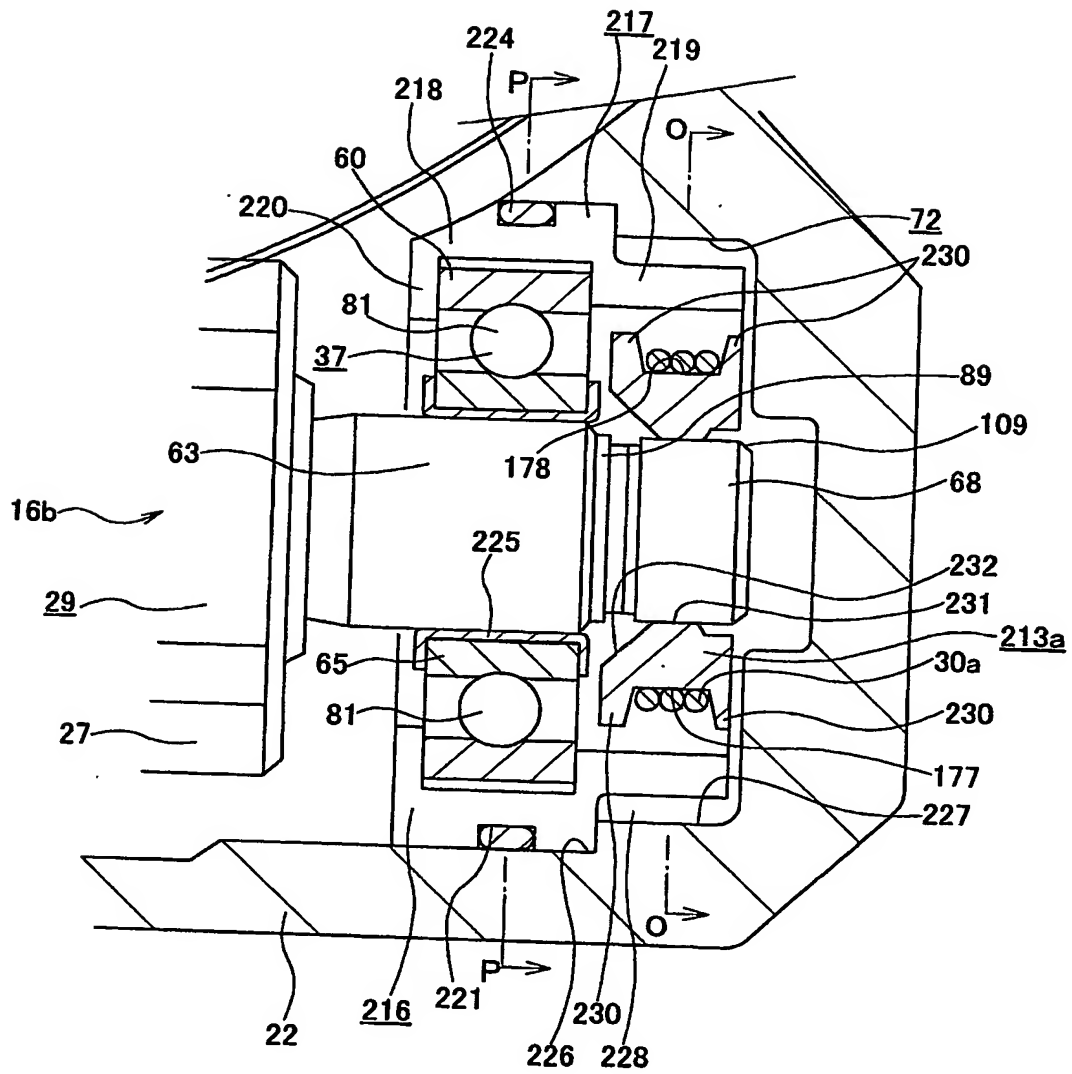
【図 39】



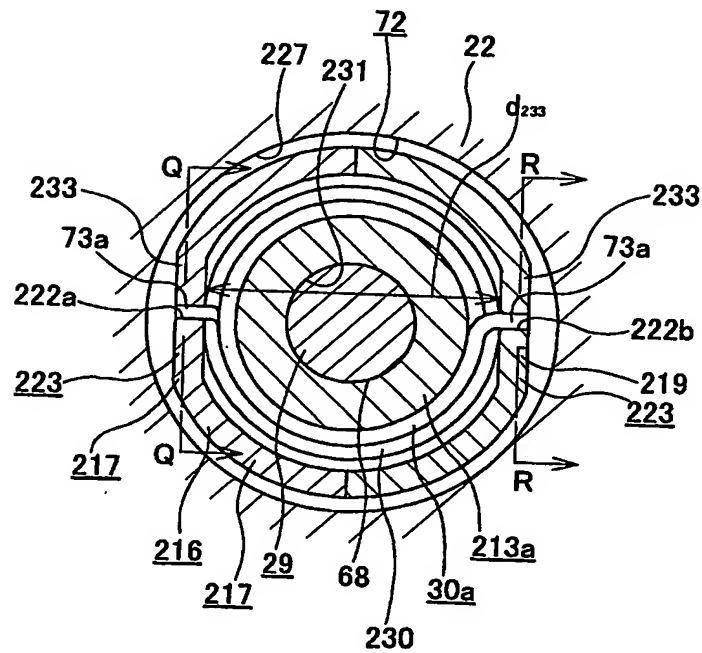
【図 40】



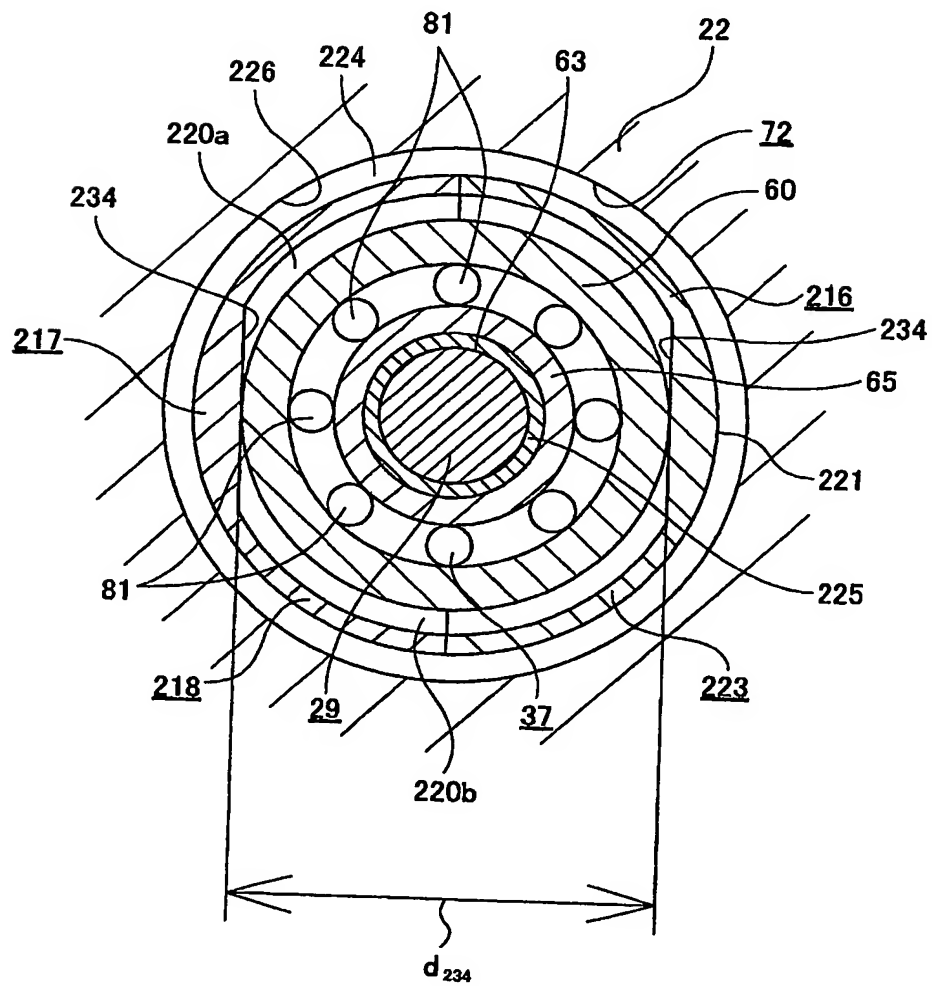
【図 41】



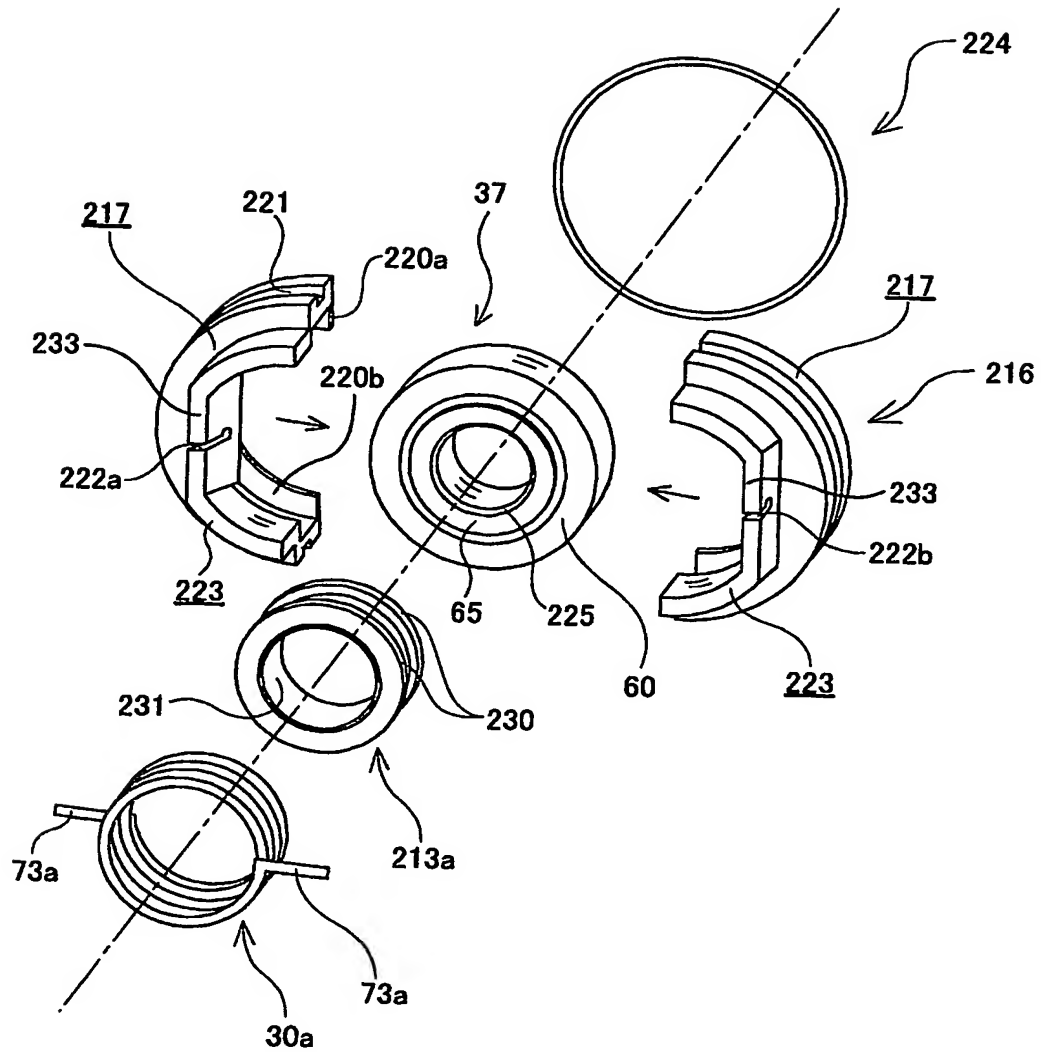
【図 4 2】



【図 4 3】



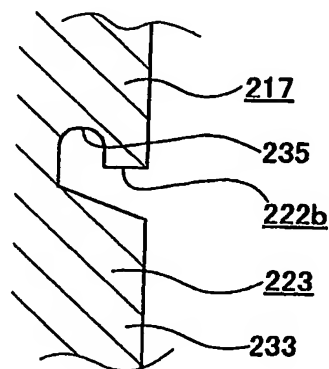
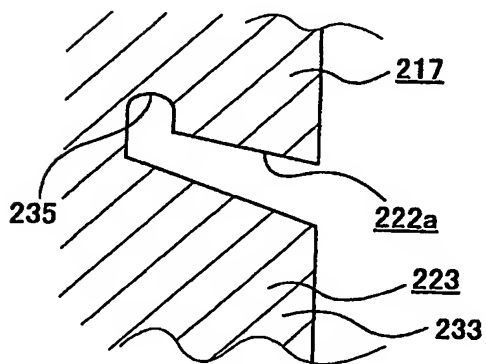
【図 4 4】



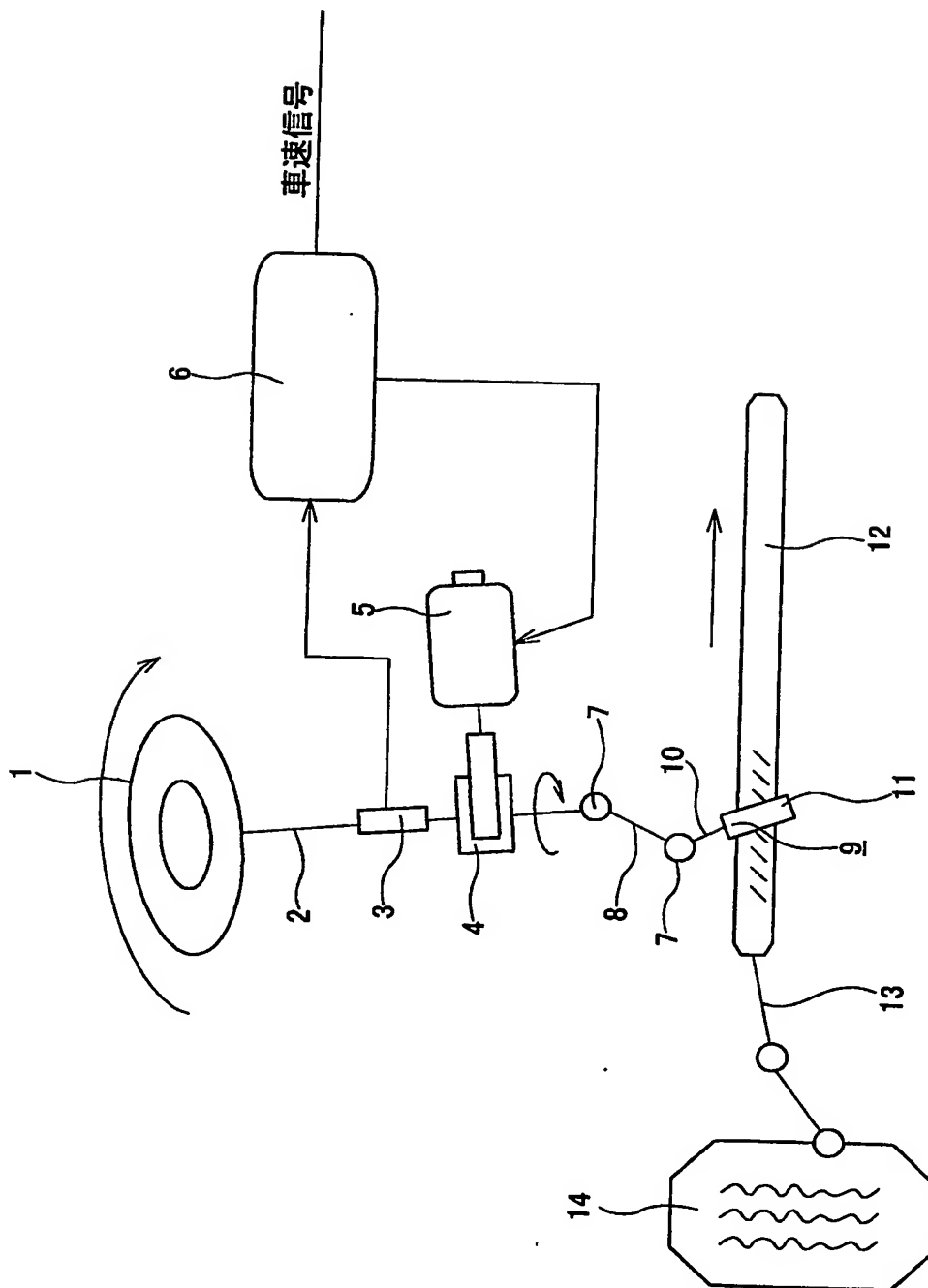
【図 4 5】

(a)

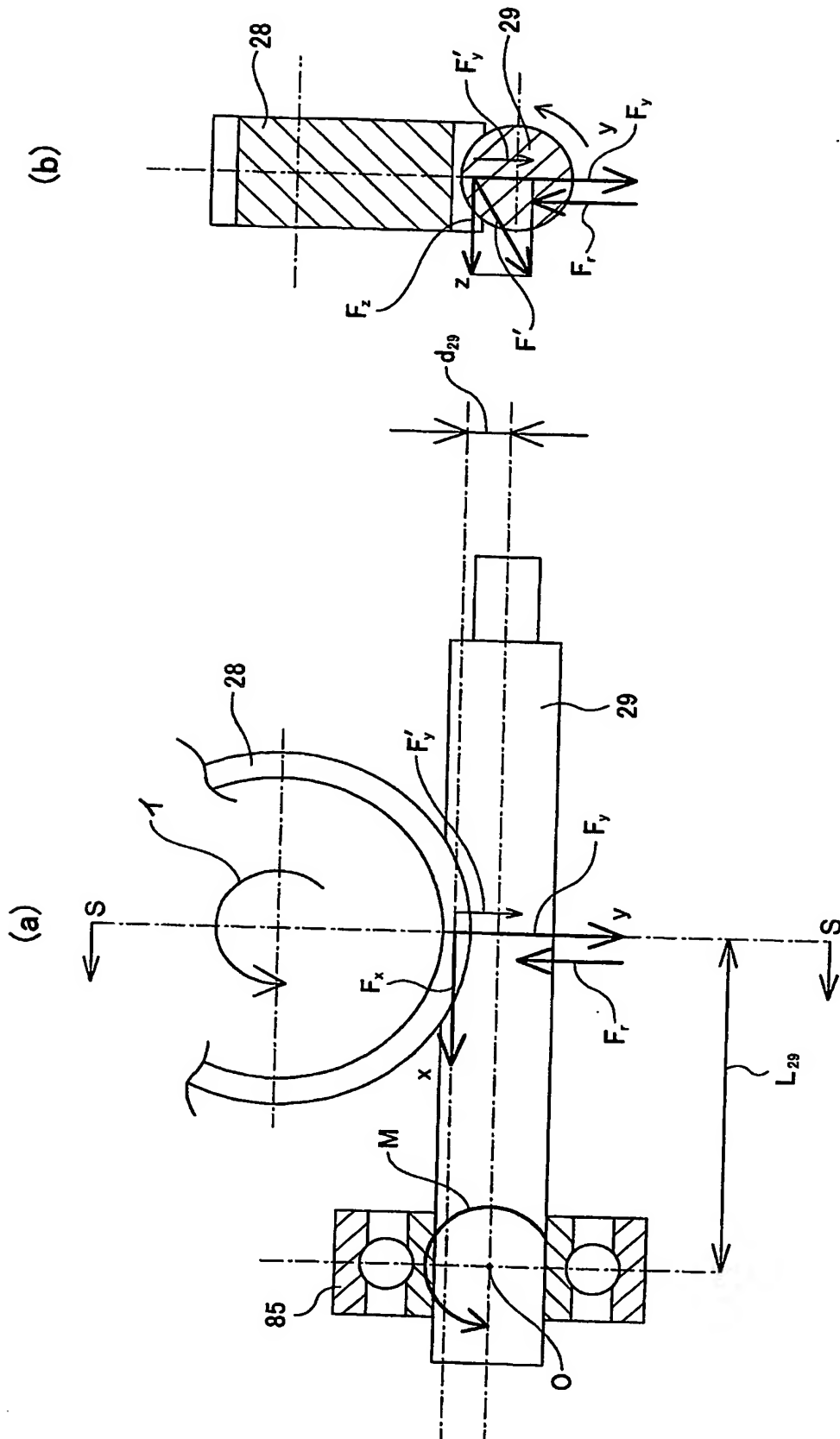
(b)



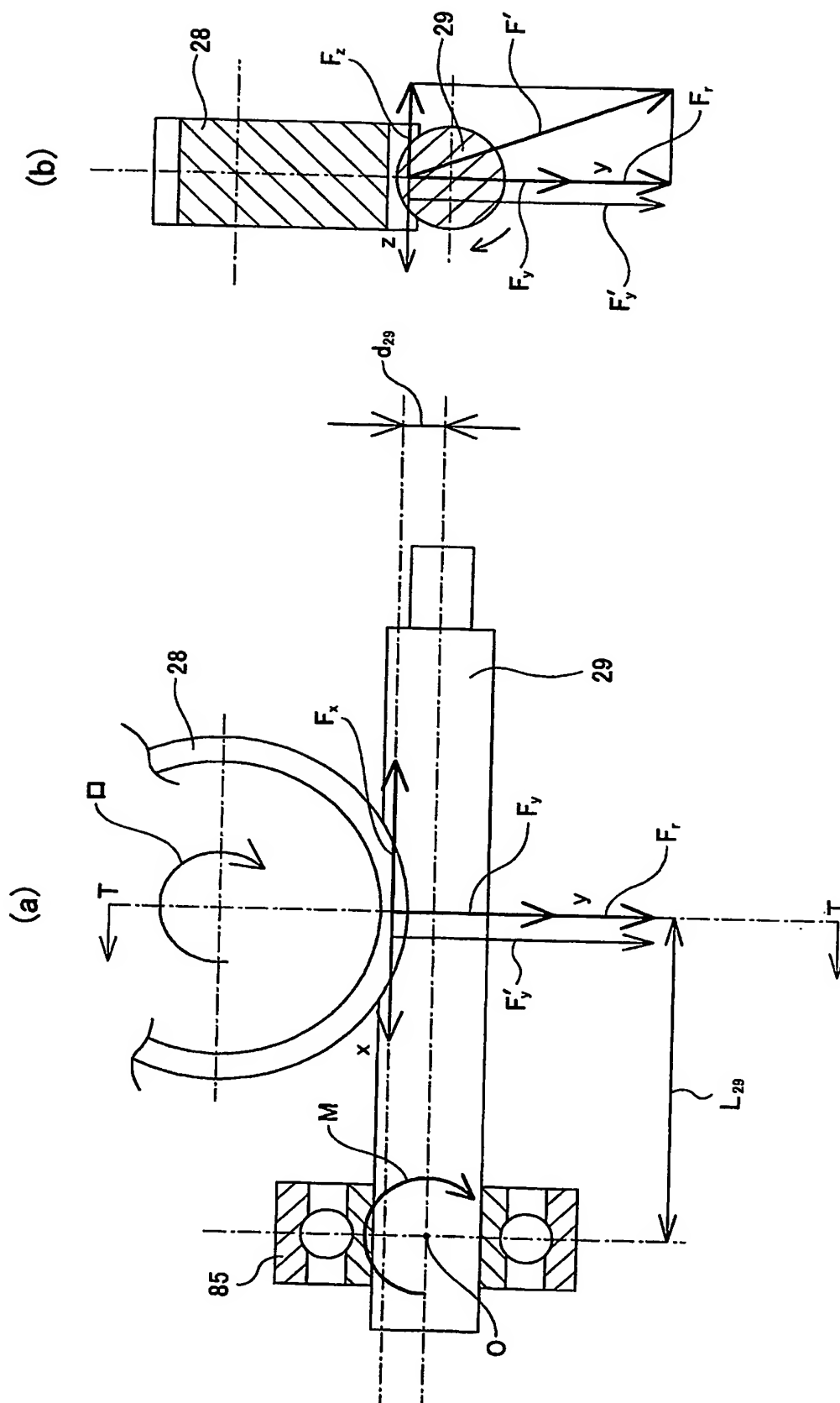
【図 46】



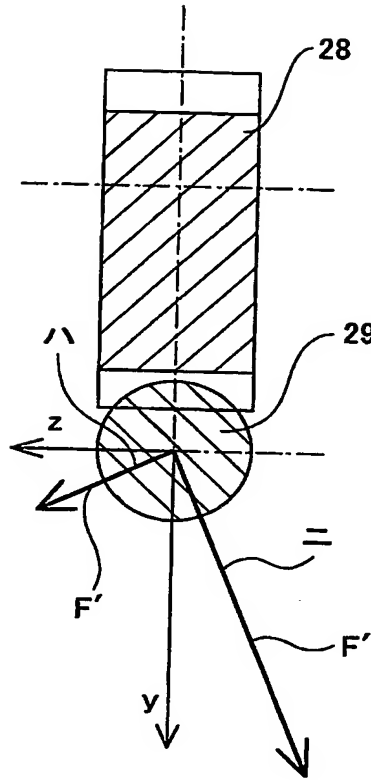
【図 47】



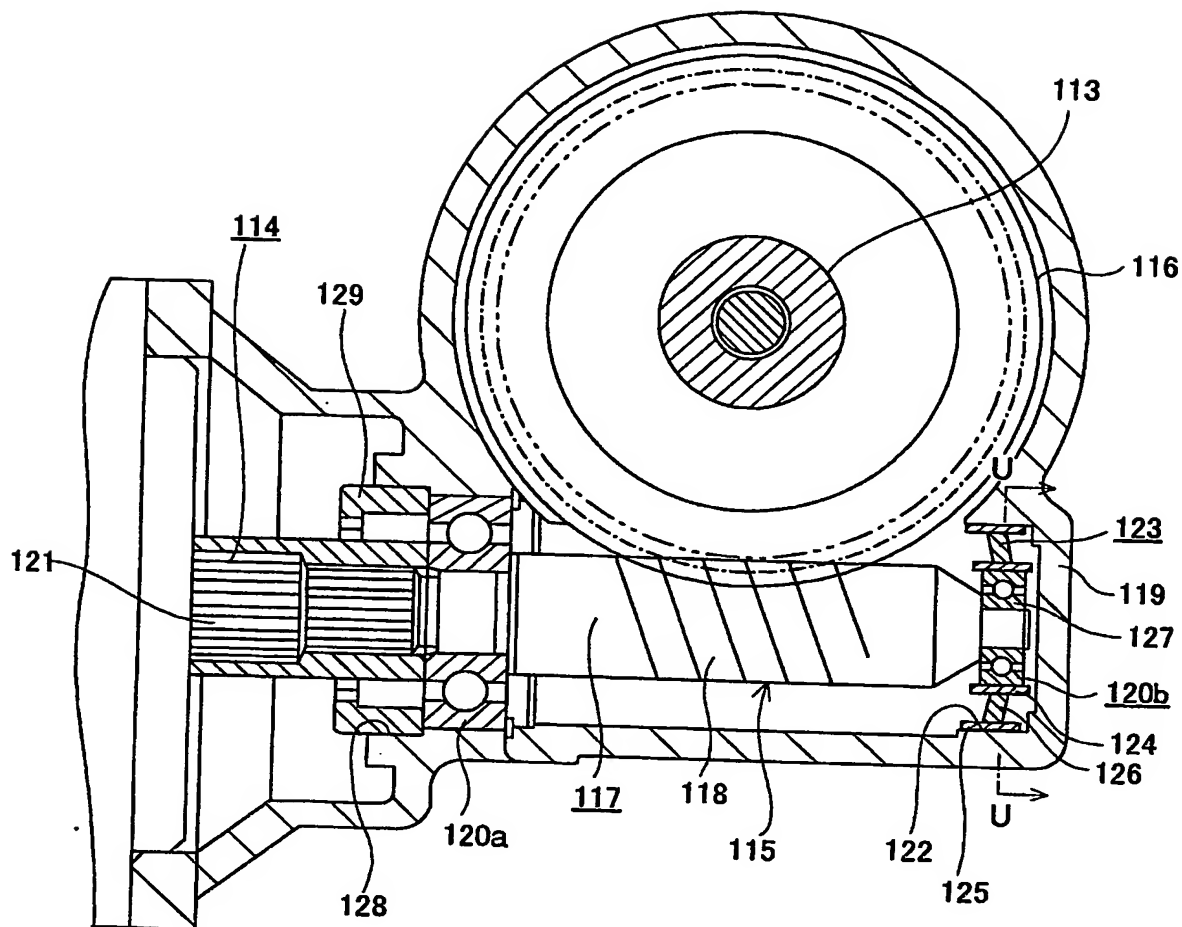
【図 48】



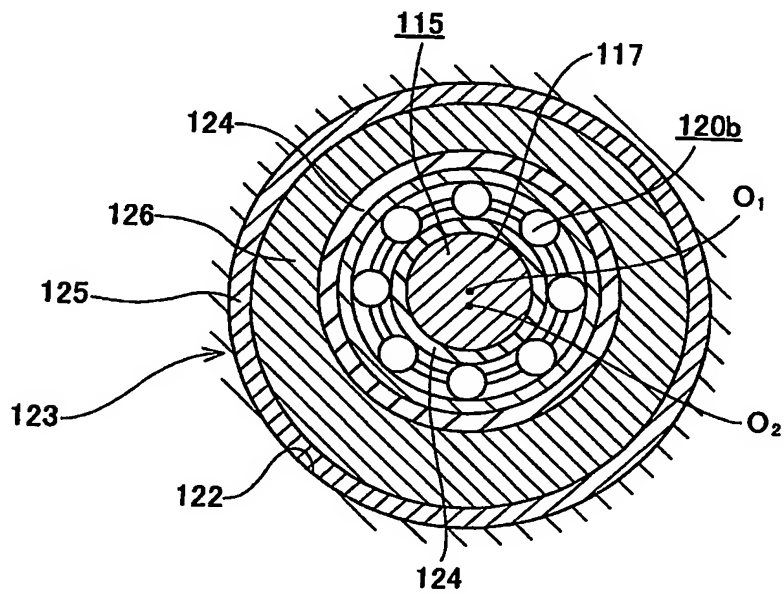
【図 49】



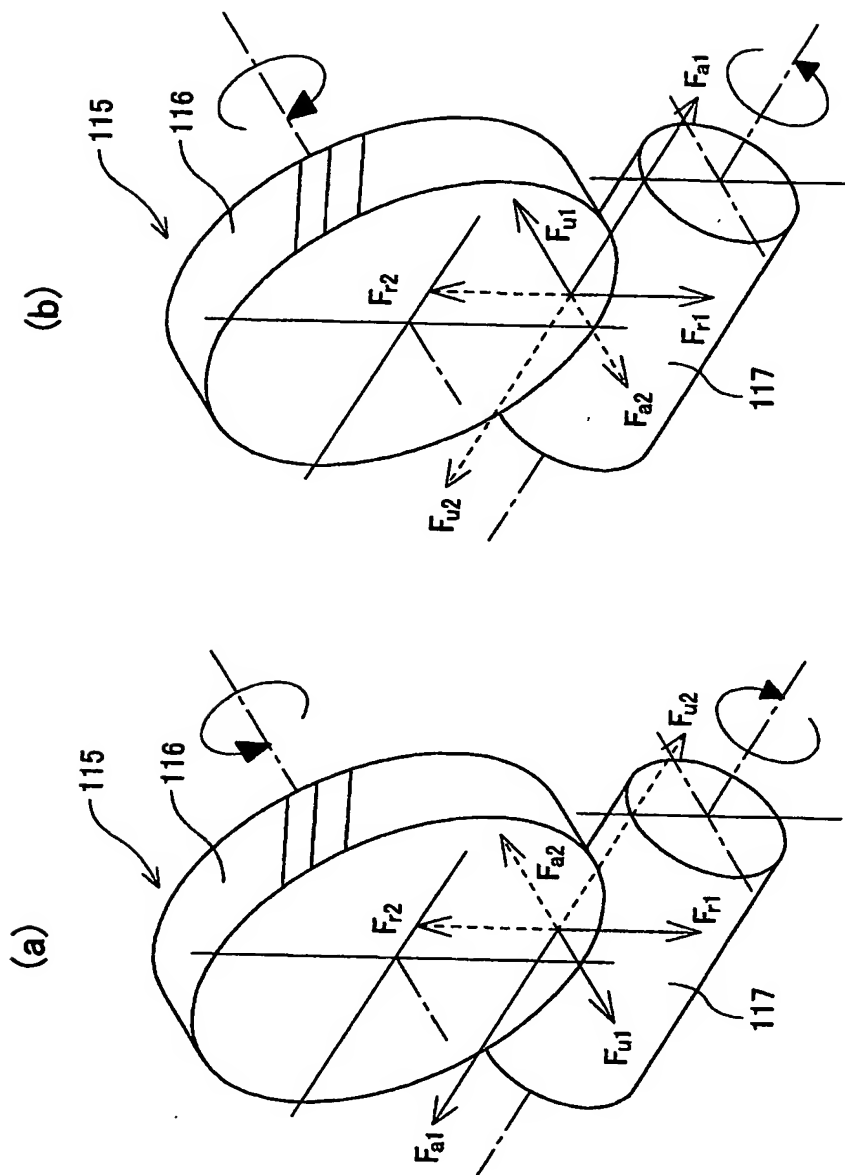
【図 50】



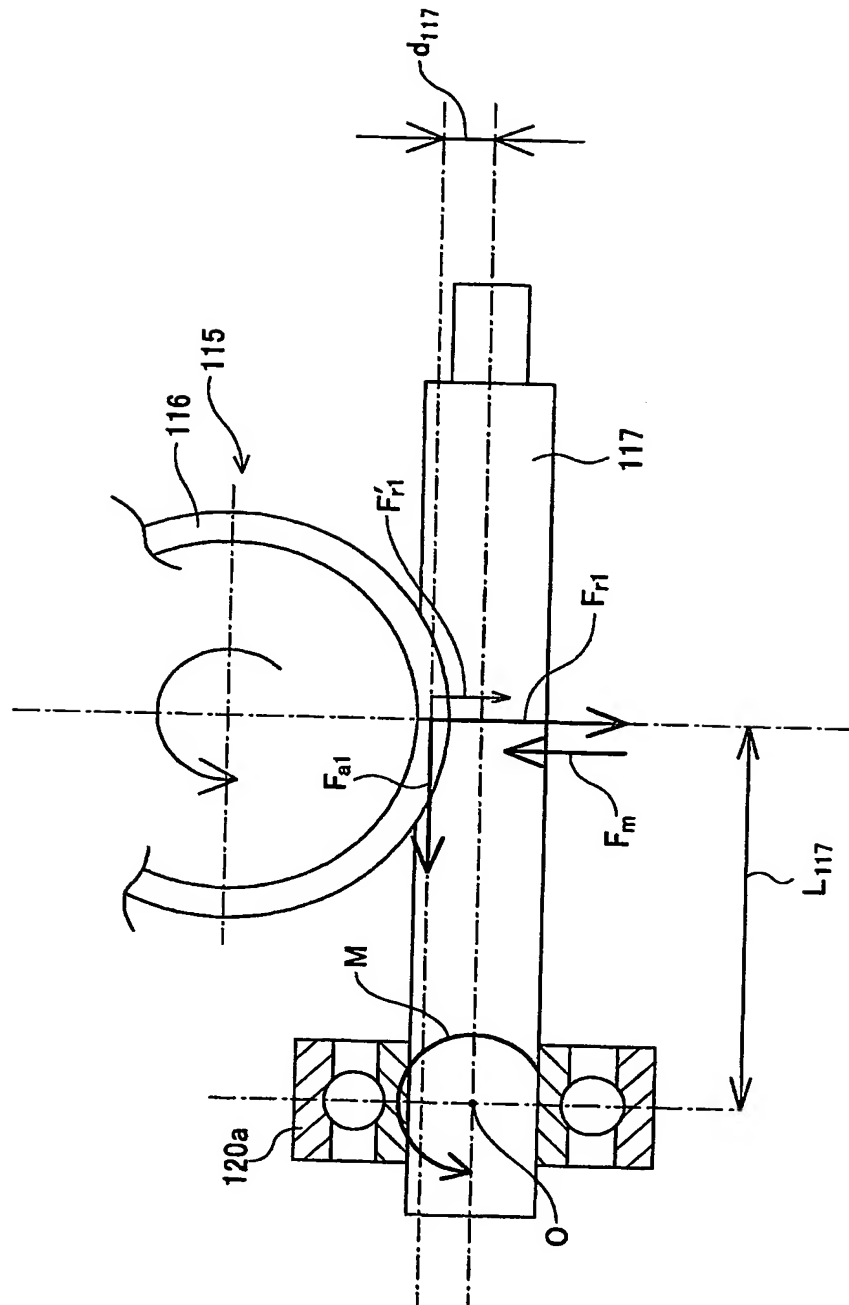
【図 51】



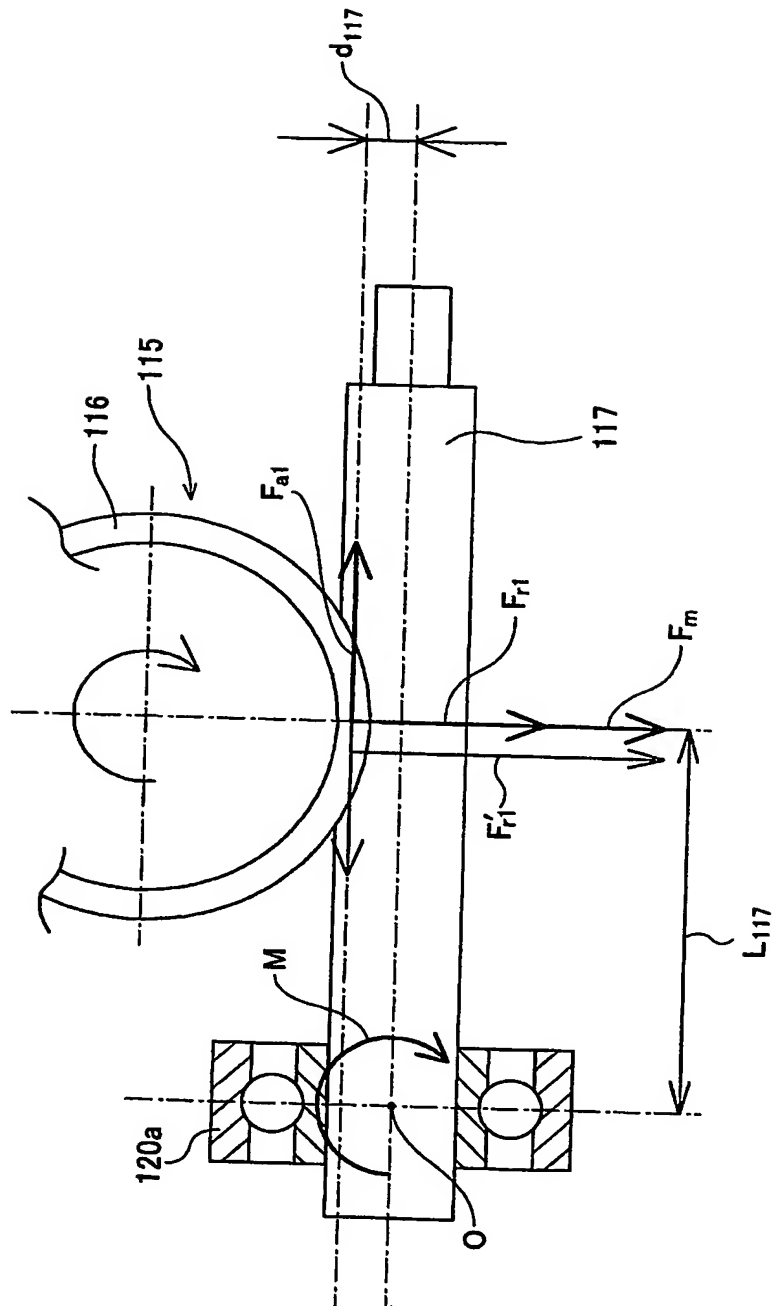
【図 5 2】



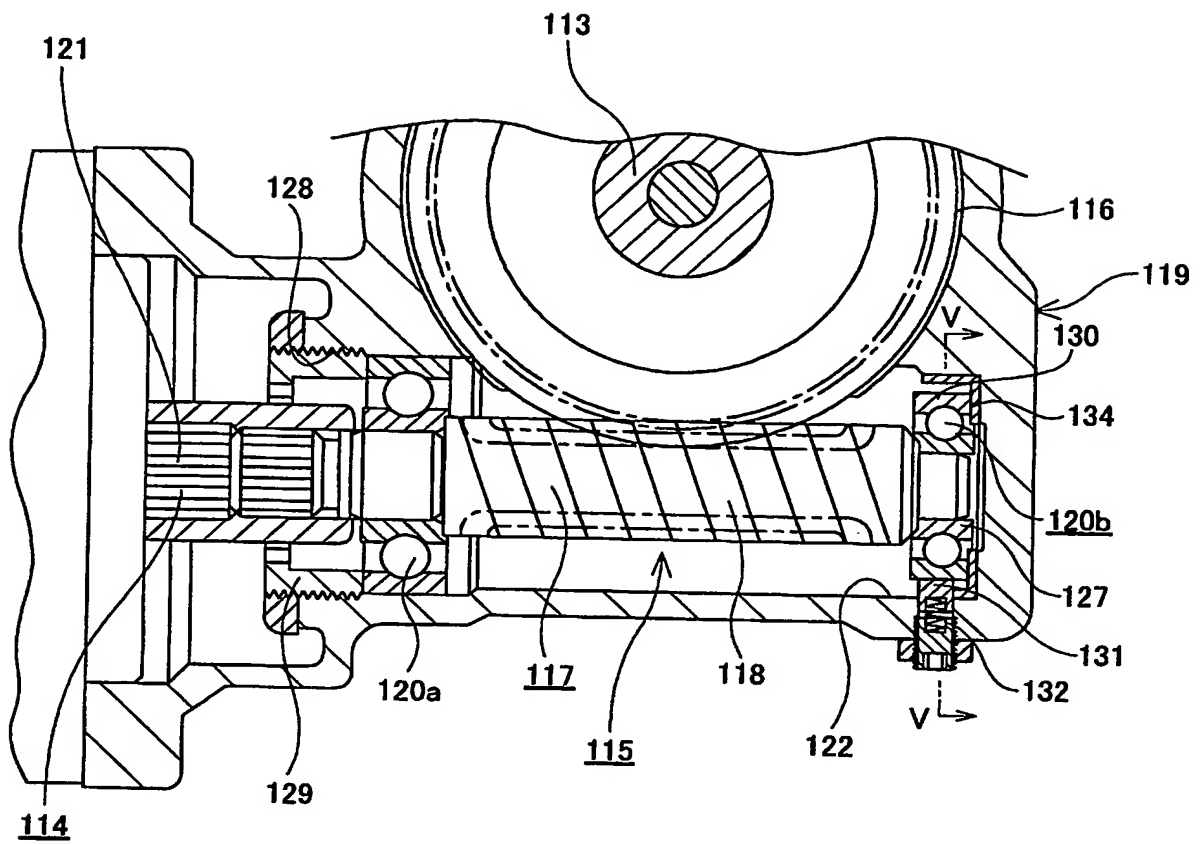
【図 53】



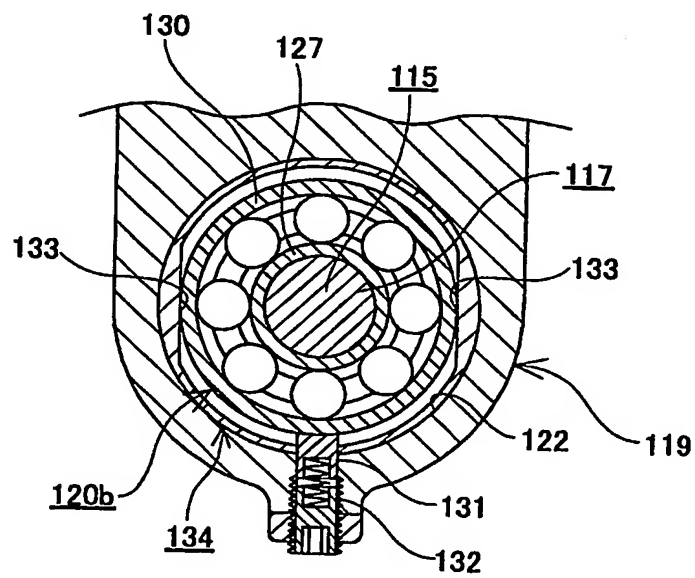
【図 54】



【図 5 5】



【図 5 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウォーム減速機 16 での歯打ち音の発生を抑える。

【解決手段】 振りコイルばね 30 により、ウォーム軸 29 に、予圧パッド 70 を介してウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する。この予圧パッド 70 は、ギヤハウジング 22 に固定したホルダ 61 の一部側面により、幅方向に関する変位を規制する。上記振りコイルばね 30 の弾力に基づく上記予圧パッド 70 自身の弾性変形により、この予圧パッド 70 の側面を上記ホルダ 61 の一部側面に当接させる事で、この予圧パッド 70 とこの一部側面との隙間を小さくする。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004204]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎1丁目6番3号

氏 名

日本精工株式会社

出願人履歴情報

識別番号

[302066629]

1. 変更年月日
[変更理由]

2002年11月21日

新規登録

住所
氏名

東京都品川区大崎1丁目6番3号

NSKステアリングシステムズ株式会社